



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geográfica

Riesgo agroclimático para cultivo de papa en el Valle del Mantaro mediante sistemas de información geográfica

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

AUTOR

Silvia Rosa GUERRA GAMARRA

ASESOR

José Luis QUISPE VILCHEZ

Lima, Perú

2012



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Guerra, S. (2012). *Riesgo agroclimático para cultivo de papa en el Valle del Mantaro mediante sistemas de información geográfica*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geográfica, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Dedicatoria:

A mis padres, Rosa y Erasmo por hacer de mí la persona que soy ahora; por su esfuerzo, apoyo, cariño, confianza y enseñarme que nada es imposible, todo depende de cuánto nos esforcemos por alcanzar nuestras metas.

A mis hermanos Gustavo, Lucero y Andrea por su compañía y apoyo a lo largo de mi vida, porque es por Uds. que me esmero cada día como persona y profesional.

AL resto de mi familia y amigos que siempre están conmigo.

A todas aquellas personas que deseen enriquecer sus conocimientos con respecto a la materia.

AGRADECIMIENTOS

- **SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ** por la confianza y la información meteorológica proporcionada para la ejecución de la tesis.
- Ing. Karim Lisette Quevedo Caiña, de la Dirección General de Agrometeorología, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), por su orientación constante, sus sugerencias para mejorar el trabajo y su apoyo desinteresado durante la elaboración y culminación del presente trabajo de investigación.
- Ing. Agrónomo Glicerio Canchari Carrasco, por sus aportes y sugerencias en todo lo relacionado al cultivo de papa.
- Dirección General de Agrometeorología y al Centro de Predicción Numérica del SENAMHI por el apoyo y préstamo del equipo computacional.
- Ing. José Luis Quispe Vélchez, asesor de Tesis, por sus sugerencias, confianza y apoyo sincero para desarrollar el presente trabajo de investigación.
- A las siguientes personas por su apoyo y ayuda en las encuestas para esta investigación, el ser de diferentes profesiones fue de gran utilidad a la hora de abarcar las preguntas:
 - Arqueóloga Juana Nathaly Ramírez Gamarra (UNMSM)
 - Estudiante de Arquitectura Lucero Salinas Gamarra (UNI)
 - Estudiante de Ingeniería Geográfica Gonzalo Roger Anampa Gamarra (UNMSM)
 - Bachiller en Ingeniería Geográfica Luis Gaary Campos Carrera (UNMSM)
 - Bachiller en Turismo y Hotelería Jorge Alonso Cabanillas Loza (UNJFSC)
- Bachiller Edwin Quevedo Quispe y Anthony Gamarra Cajavilca por sus aportes en la parte estadística.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica y en especial a todos los docentes de la E.A.P de Ingeniería Geográfica por la valiosa formación profesional, impartiendo valores y esfuerzo a sus alumnos para beneficio de nuestro país.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron en la realización de esta investigación.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULOS	
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. ANTECEDENTES.....	14
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.4. OBJETIVOS.....	17
1.5. HIPÓTESIS.....	17
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.7. FINALIDAD E IMPORTANCIA.....	20
II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	21
2.1. AMENAZA.....	21
2.1.1. Sequía.....	24
A. Factores Condicionantes de la Sequía.....	25
B. Tipos de Sequía.....	27
C. Impactos de la Sequía.....	29
D. Medidas de protección.....	31
2.1.2. Helada.....	32
A. Condiciones para la ocurrencia de Heladas.....	33
B. Clasificación de Heladas.....	33
C. Control de Heladas.....	35
2.2. VULNERABILIDAD.....	37
2.2.1. Exposición y Susceptibilidad Física.....	40
2.2.2. Fragilidad Socioeconómica.....	40
2.2.3. Falta de Resiliencia.....	43
2.3. RIESGO.....	44
2.4. CAMBIO CLIMÁTICO.....	45
2.4.1. Causas del Cambio Climático	47
2.4.2. Cambio Climático y los desastres.....	49
2.4.3. Mitigación y Adaptación	49
2.5. DEFINICIÓN DE LA PAPA (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	51
2.5.1. Diversidad de especies.....	51
2.5.2. Variedades precoces y tardías.....	52
2.5.3. Desarrollo del tubérculo.....	53
2.5.4. El cultivo.....	54
2.5.5. Fases fenológicas de la papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	55
2.5.6. Características del suelo para el cultivo del <i>Solanum Tuberosum</i>	56
2.5.7. Cambio Climático y su importancia para la papa.....	61

2.6. CONDICIONES CLIMÁTICAS E HÍDRICAS DE LA PAPA EN EL VALLE DEL MANTARO...	63
2.6.1. Factores que influyen en el cultivo de papa.....	63
2.6.2. Condiciones Climáticas para la papa.....	63
2.6.3. Impacto de las sequias en la papa.....	65
2.6.4. Impacto de las heladas en la papa.....	66
2.7. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA AGRICULTURA.....	69
III. DIAGNÓSTICO DEL AREA DE ESTUDIO	74
3.1. ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN.....	74
3.1.1. Ubicación Política.....	74
3.1.2. Ubicación Geográfica.....	75
3.1.3. Accesibilidad.....	75
3.2. ASPECTOS FÍSICOS.....	78
3.2.1. Clima.....	78
A. Variabilidad temporal de las temperaturas máximas y mínimas.....	78
B. Variabilidad temporal de la precipitación.....	81
3.2.2. Hidrografía.....	82
3.2.3. Geología.....	85
3.2.4. Geomorfología y Fisiografía	92
3.2.5. Suelos.....	95
3.2.6. Uso de la tierra.....	101
3.2.7. Ecología.....	103
3.2.8. Agroecología.....	104
3.3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS (INEI).....	105
3.3.1. Demografía.....	105
3.3.2. Zonas Rurales y Urbanas.....	109
3.3.3. Vivienda.....	110
3.3.4. Educación.....	115
3.3.5. Salud.....	117
3.3.6. Actividad Económica.....	119
3.3.7. Necesidades Básicas Insatisfechas (Pobreza No Monetaria).....	121
3.3.8. Índice de Desarrollo Humano	121
3.4. VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL VALLE DEL MANTARO.....	125
3.4.1. Variabilidad de la temperatura.....	126
3.4.2. Periodos Secos y Húmedos	128
3.4.3. El ENOS.....	132
3.4.4. Efectos del Cambio Climático en el Valle del Mantaro.....	136
IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	138
4.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA	139
4.1.1. Cartografía Temática.....	139
4.1.2. Datos Meteorológicos	139
4.1.3. Mapas Temáticos.....	140

4.1.4. Software.....	141
4.2. TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	142
4.3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y MODELAMIENTO DE DATOS	153
4.3.1. Indicadores de las variables.....	156
4.3.2. Elaboración de mapas de la temperatura mínima	158
4.3.3. Evaluación de las Amenazas.....	162
A. Amenaza de Heladas Agrometeorológicas.....	162
B. Amenaza de Sequías Agrícolas.....	170
4.3.4. Evaluación de la Vulnerabilidad.....	177
A. Exposición y susceptibilidad física.....	179
B. Fragilidad Socioeconómica.....	181
C. Falta de Resiliencia del cultivo.....	195
4.3.5. Evaluación del Riesgo Agroclimático.....	198
V. ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELAMIENTO DE DATOS	199
5.1. ELABORACIÓN DE MAPAS DE AMENAZA.....	199
5.1.1. Amenaza a Heladas Agrometeorológicas	199
5.1.2. Amenaza a Sequías Agrícolas.....	200
5.2. ELABORACIÓN DE MAPAS DE VULNERABILIDAD.....	201
5.2.1. Mapas de Fragilidad Socioeconómica.....	201
5.2.2. Mapas de Exposición o Susceptibilidad Física.....	205
5.2.3. Mapas de Falta de Resiliencia.....	205
5.3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE RIESGO AGROCLIMÁTICO.....	205
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS	206
6.1. AMENAZAS CLIMÁTICAS.....	206
6.2. VULNERABILIDAD.....	208
6.3. RIESGO AGROCLIMÁTICO.....	218
VII. PROPUESTA FINAL	220
7.1. ÍNDICES EXTREMOS Y ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN EL VALLE DEL MANTARO.....	220
7.2. CONSIDERACIONES FINALES.....	224
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	226
8.1. CONCLUSIONES.....	226
8.2. RECOMENDACIONES.....	228
APÉNDICE.....	229
BIBLIOGRAFIA.....	236
ANEXOS.....	241
FOTOGRAFIAS.....	252
MAPAS.....	258

CUADROS

- Cuadro 1. Impactos económicos de la sequía en sectores económicos
- Cuadro 2. Impactos sociales de la sequía en sectores económicos
- Cuadro 3. Especies de papa cultivada
- Cuadro 4. Umbrales máximos y mínimos de altitud
- Cuadro 5. Umbrales máximos y mínimos de la temperatura para papas modernas
- Cuadro 6. Datos de Temperatura para cultivo de papa en el valle del Mantaro
- Cuadro 7. Eventos de heladas con impactos en la agricultura en el valle del Mantaro
- Cuadro 8. Temperaturas mínimas ($^{\circ}\text{C}$) que causaron daños en la agricultura
- Cuadro 9. Sistemas de Información Geográfica en la Gestión de Recursos Naturales
- Cuadro 10. Relación de Provincias y distritos que conforman el Valle del Mantaro
- Cuadro 11. Columna Litoestratigráfica del valle del Mantaro
- Cuadro 12. Texturas de suelo en el Valle del río Mantaro a nivel provincial.
- Cuadro 13. Cantidad de materia orgánica en el Valle del río Mantaro a nivel provincial.
- Cuadro 14. Potencial de Hidrogeno (pH) del suelo en el Valle del río Mantaro a nivel provincial.
- Cuadro 15. Cuadro cuantitativo de superficies según uso de la tierra del valle del Mantaro
- Cuadro 16. Relación entre hombres y mujeres por provincia en el valle del Mantaro
- Cuadro 17. Edades quinquenales por provincia en el valle del Mantaro.
- Cuadro 18. Hijos nacidos vivos por provincia en el valle del Mantaro.
- Cuadro 19. Total de viviendas urbanas y rurales a nivel provincial.
- Cuadro 20. Cantidad de viviendas particulares que poseen alumbrado público por provincias.
- Cuadro 21. Cantidad de docentes según tipo de Gestión y de Área, por provincia.
- Cuadro 22. Población Económicamente Activa ocupada y desocupada por provincias.
- Cuadro 23. Hogares por tipo de Necesidad Básica Insatisfecha (NBI) a nivel provincial.
- Cuadro 24. Escalas de medición del Índice del Desarrollo Humano según el PNUD.
- Cuadro 25. Períodos secos y húmedos en la cuenca del Mantaro para el período 1965-2010.
- Cuadro 26. Períodos húmedos y moderados en la cuenca del Mantaro para el período 1965-2006.
- Cuadro 27. Fases de la Metodología
- Cuadro 28. Listado de Características de Estaciones Meteorológicas.
- Cuadro 29. Listado de Estaciones para control de calidad de Temperatura
- Cuadro 30. Relación de Datos corregidos para estaciones meteorológicas
- Cuadro 31. Correlaciones de datos de temperatura entre las estaciones meteorológicas
- Cuadro 32. Listado de estaciones para control de calidad de Precipitación
- Cuadro 33. Correlaciones de datos de precipitación entre las estaciones
- Cuadro 34. Matriz de valores para modelamiento de datos.
- Cuadro 35. Variables e indicadores de la Vulnerabilidad
- Cuadro 36. Relación de estaciones meteorológicas para cálculo de temperatura mínima
- Cuadro 37. Clasificación de frecuencia de ocurrencia de la Temp. Mínima para caracterización de helada
- Cuadro 38. Clasificación para la probabilidad de ocurrencia de heladas
- Cuadro 39. Clasificación para la temperatura mínima en relación a su intensidad
- Cuadro 40. Descripción de los rangos de intensidad
- Cuadro 41. Clasificación del mes de ocurrencia en relación al período de cultivo
- Cuadro 42. Descripción de la clasificación para mes de ocurrencia
- Cuadro 43. Clasificación del Índice de sequía agrícola
- Cuadro 44. Descripción de la categoría del Índice de sequía agrícola
- Cuadro 45. Frecuencia relativa (%) para probabilidad de ocurrencia (1992-2010)
- Cuadro 46. Clasificación de la probabilidad de ocurrencia
- Cuadro 47. Calculo del número de muestras por estratos (provincias)
- Cuadro 48. Descripción de la clasificación de la exposición.
- Cuadro 49. Descripción del rendimiento del cultivo de papa (Ton/Ha).
- Cuadro 50. Clasificación de Vulnerabilidad según Bienes Financieros.
- Cuadro 51. Clasificación de Vulnerabilidad según Bienes Físicos.
- Cuadro 52. Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Humano.
- Cuadro 53. Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Natural parte I.
- Cuadro 54. Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Natural parte II.
- Cuadro 55. Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Natural parte III.

Cuadro 56. Características de Bienestar Inicial.
Cuadro 57. Características de Autoprotección.
Cuadro 58. Características de Protección Social.
Cuadro 59. Características de Ejercicio del Poder.
Cuadro 60. Clasificación de variedad del cultivo según falta de resiliencia.
Cuadro 61. Descripción de la clasificación Zona del cultivo.
Cuadro 62. Clasificación según Zona de cultivo.
Cuadro 63. Matriz para evaluación del riesgo.
Cuadro 64. Clasificación cualitativa y grado de probabilidad que expresa.
Cuadro 65. Grado de Componentes de Fragilidad Socioeconómica I.
Cuadro 66. Grado de Componentes de Fragilidad Socioeconómica II.
Cuadro 67. Temperatura mínima proyectada para el año 2030.

GRÁFICOS

Gráfico 1. Clasificación de Amenazas de Origen Natural
Gráfico 2. Clasificación de Amenazas de Origen Antrópico
Gráfico 3. Secuencia de sucesos de sequía y de sus efectos para tipos de sequías aceptados.
Gráfico 4. Clasificación de las Heladas
Gráfico 5. Componentes de la Fragilidad Socioeconómica
Gráfico 6. Concentraciones atmosféricas de GEI de larga duración sobre los últimos 2000 años
Gráfico 7. Tendencia en la temperatura promedio global de la superficie
Gráfico 8. Fases fenológicas de la papa
Gráfico 9. Información Geográfica y SIGs al uso
Gráfico 10. Variabilidad mensual de temperaturas máximas en el valle del Mantaro. Período 1960–2009
Gráfico 11. Variabilidad mensual de temperaturas mínimas en el valle del Mantaro. Período 1960–2009
Gráfico 12. Variabilidad mensual de la precipitación en el valle del Mantaro (mm). Período 1960–2010
Gráfico 13. Caudales de ríos Shullcas, Achamayo y Yacus en m³/s (1985-2009)
Gráfico 14. Edades quinquenales a nivel de provincia.
Gráfico 15. Edad de la madre cuando tuvo a su primer hijo, a nivel de provincia.
Gráfico 16. Tasa de Emigración (%) 1988-1993, a nivel de provincia
Gráfico 17. Cantidad de centros poblados según tipo de área a nivel provincial
Gráfico 18. Tipo de viviendas particulares en el valle del Mantaro.
Gráfico 19. Material predominante de las viviendas en el valle del Mantaro
Gráfico 20. Abastecimiento de agua en el valle del Mantaro.
Gráfico 21. Red pública de desagüe a nivel de provincia.
Gráfico 22. Equipamiento a nivel de Valle del río Mantaro
Gráfico 23. Cantidad de centros educativos públicos y privados por provincias.
Gráfico 24. Población por nivel de estudios a nivel de provincias.
Gráfico 25. Tasa de escolaridad bruta (%) a nivel de provincias.
Gráfico 26. Cantidad de centros de salud a nivel de provincial en el valle del Mantaro.
Gráfico 27. Principales grupos ocupacionales del sector Salud a nivel provincial.
Gráfico 28. Principales ocupaciones en el valle del Mantaro.
Gráfico 29. Nivel de Pobreza a nivel provincial.
Gráfico 30. Índice de Desarrollo Humano (IDH), a nivel de provincia.
Gráfico 31. Temperatura mínima anual estandarizada. Estaciones: Huayao y Jauja. Período: 1958-2009.
Gráfico 32. Temperatura máxima anual estandarizada. Estaciones: Huayao, Jauja y Sta. Ana. (1958-2009)
Gráfico 33. Distribución de las lluvias en años El Niño.
Gráfico 34. Distribución de las lluvias en años La Niña.
Gráfico 35. Variación de Temperatura Máxima. Período 1989 – 2009 Estación Acostambo.
Gráfico 36. Muestra de la tendencia para un dato diario.
Gráfico 37. Gráfico de Dispersión de la Temperatura máxima. Estación Acostambo Período 1989 – 2009.
Gráfico 38. Variación de Temperatura Mínima. Período 1989 – 2009 Estación Acostambo.
Gráfico 39. Gráfico de dispersión de la Temperatura mínima. (Acostambo) Período 1989 – 2009.
Gráfico 40. Histograma y Gráfico P-P plot de la Temperatura Máxima Estación San Juan de Jarpa.

- Gráfico 41. Series de Tiempo de las Estaciones para la Temperatura Máxima.
 Gráfico 42. Distribución con forma de "J" de Precipitación diaria para Estación Huayao.
 Gráfico 43. Ráster de las variables independientes: atitud, longitud y altitud; respectivamente.
 Gráfico 44. Parámetros para determinación de heladas agrometeorológicas.
 Gráfico 45. Frecuencia relativa (%) anual de heladas menores a 4°C.
 Gráfico 46. Tendencia lineal de la probabilidad de 4°C con referencia a la altitud para el mes de mayo.
 Gráfico 47. Parámetros para determinación de sequías agrícolas
 Gráfico 48. Curva generalizada del Coeficiente de Cultivo.
 Gráfico 49. Área de trabajo del programa CROPWAT 8.0
 Gráfico 50. Frecuencia relativa (%) de las categorías del ISA
 Gráfico 51. Características de fortaleza y estabilidad de los medios de vida
 Gráfico 52. Parámetros para determinación de la falta de resiliencia del cultivo.
 Gráfico 53. Variables para calcular el riesgo.
 Gráfico 54. Niveles de Amenaza de Heladas Agrometeorológicas mensual
 Gráfico 55. Niveles de Amenazas Climáticas
 Gráfico 56. Niveles de Exposición componente de la Vulnerabilidad
 Gráfico 57. Niveles de Fragilidad Socioeconómica componente de la vulnerabilidad
 Gráfico 58. Niveles de Falta de Resiliencia componente de la Vulnerabilidad
 Gráfico 59. Mapa de riesgos a a) Sequías Agrícolas b) Heladas Agrometeorológicas y c) Amenazas climáticas
 Gráfico 60. Mínima temperatura mínima diaria de cada mes para las estaciones de Jauja y Huayao.
 Gráfico 61. Máxima temperatura máxima diaria de cada mes para las estaciones de Jauja y Huayao.
 Gráfico 62. Días de heladas < 0°C para las estaciones de Jauja y Huayao, respectivamente
 Gráfico 63. Precipitación en días húmedos (PP>=1mm.) para las estaciones de Jauja y Huayao.
 Gráfico 64. Distritos con potencial de producción de alcachofa en el Valle del Mantaro.

MAPAS

- Mapa 1. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas.
 Mapa 2. Mapa hidrográfico.
 Mapa 3. Mapa de uso del suelo.
 Mapa 4. Mapa de Índice de Desarrollo Humano (IDH) a nivel distrital.
 Mapa 5. Rendimiento promedio de papa (Ton/Ha) para campañas agrícolas Set-Abr. a nivel distrital (1996-2010).
 Mapa 6. Mapa de Superficie Cosechada de papa a nivel distrital (1996-2010)
 Mapa 7. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Enero (1960-2010)
 Mapa 8. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Febrero (1960-2010)
 Mapa 9. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Marzo (1960-2010)
 Mapa 10. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Abril (1960-2010)
 Mapa 11. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Setiembre (1960-2010)
 Mapa 12. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Octubre (1960-2010)
 Mapa 13. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Noviembre (1960-2010)
 Mapa 14. Promedio Multianual de la Temperatura Mínima del aire y Frecuencia Relativa de Heladas (Tmin ≤4°C) mes de Diciembre (1960-2010)
 Mapa 15. Índice de sequía agrícola para la Campaña Agrícola Set-Abr. (1992-2010)
 Mapa 16. Probabilidad de Ocurrencia a Sequía Agrícola Campaña Agrícola Set-Abr. (1992-2010)

- Mapa 17. Ecología
- Mapa 18. Geomorfología
- Mapa 19. Geología
- Mapa 20. Pendiente
- Mapa 21. FORTALEZA Y ESTABILIDAD DE LOS MEDIOS DE VIDA
- Mapa 22. BIENESTAR INICIAL
- Mapa 23. AUTOPROTECCIÓN
- Mapa 24. PROTECCION SOCIAL
- Mapa 25. EJERCICIO DEL PODER
- Mapa 26. Variedades de papa a nivel distrital.
- Mapa 27. Zonas de cultivo
- Mapa 28. MAPA DE EXPOSICION
- Mapa 29. MAPA DE FRAGILIDAD SOCIOECONOMICA
- Mapa 30. MAPA DE FALTA DE RESILIENCIA
- Mapa 31. MAPA DE VULNERABILIDAD
- Mapa 32. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Enero (1960-2010).
- Mapa 33. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Febrero (1960-2010).
- Mapa 34. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Marzo (1960-2010).
- Mapa 35. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Abril (1960-2010).
- Mapa 36. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Setiembre (1960-2010).
- Mapa 37. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Octubre (1960-2010).
- Mapa 38. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Noviembre (1960-2010).
- Mapa 39. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para el mes de Diciembre (1960-2010).
- Mapa 40. Heladas Agrometeorológicas ($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) para la campaña agrícola Set-Abr. (1960-2010).
- Mapa 41. Sequías Agrícolas para la campaña agrícola Set-Abr. (1992-2010).
- Mapa 42. MAPA DE AMENAZAS CLIMATICAS
- Mapa 43. MAPA DE RIESGO AGROCLIMATICO A HELADAS AGROMETEOROLÓGICAS
- Mapa 44. MAPA DE RIESGO AGROCLIMATICO A SEQUÍAS AGRÍCOLAS
- Mapa 45. MAPA DE RIESGO AGROCLIMATICO CAMPAÑA AGRÍCOLA SET-ABR

INTRODUCCIÓN

La variabilidad natural del clima a menudo conduce a eventos climáticos extremos; como heladas, sequías, inundaciones, tormentas severas, entre otros.

Cuando los modelos de predicción numérica climática nos indican una tendencia al incremento de la ocurrencia de estos eventos, se hace evidente la necesidad de mejorar su conocimiento y la forma de enfrentarlos (a través de talleres donde se explique la razón de estos eventos, medidas de adaptación y mitigación, estudio de vulnerabilidad, caracterización climática, etc.).

El nivel de impacto de estos eventos sobre los cultivos depende de dos aspectos: el grado de vulnerabilidad de los mismos, que involucra de cierta manera el conocimiento de los comuneros para enfrentar el fenómeno (dependerá de sus condiciones socioeconómicas, productivas y la calidad de sus recursos) y el grado de amenaza de los eventos climáticos.

Sabemos que la capacidad de adaptación varía considerablemente entre grupos Leary et al (2006) “Los grupos sociales de mayor vulnerabilidad y menor capacidad adaptativa tienden a ser aquellos que viven en condiciones marginales, puesto que hay una asociación con la dependencia de recursos naturales degradados o sobre explotados y menor capacidad de identificar alternativas de adaptación.”

La frecuencia con que la población y los cultivos han sido afectados por estos desastres naturales está en constante aumento. Esta tendencia es el resultado de la creciente vulnerabilidad influenciada por procesos económicos y sociales (expansión de asentamientos humanos y superficies agrícolas hacia zonas de riesgo).

Es por eso que muchas organizaciones e instituciones tratan de que se tome importancia a la Gestión de Riesgo y a aminorar el riesgo para la población y cultivos mediante la implementación de múltiples medidas preventivas.

Uno de los instrumentos más importantes para una gestión efectiva del riesgo es el análisis propio del riesgo.

Los cultivos del valle del Mantaro en especial la papa, han sido impactados por varios de estos eventos climáticos, como heladas y sequías, es por eso el interés de esta investigación ***“Riesgo Agroclimático para cultivo de papa en el Valle del Mantaro mediante Sistemas de Información Geográfica”***, orientado al análisis de la vulnerabilidad e identificación de las capacidades locales para enfrentar los diferentes fenómenos climáticos, de modo que se pueda planificar en un futuro una gestión apropiada de riesgo agroclimático, en donde se identifique factores de vulnerabilidad, diferencias en el territorio y así evitar pérdidas económicas.

También se identificó los eventos climáticos que se presentan en el valle del Mantaro, determinándose su probabilidad de ocurrencia y determinando su grado de amenaza.

Se eligió el valle del Mantaro por ser una de las zonas más frágiles, debido a que sus principales actividades económicas, agricultura y ganadería dependen de la estabilidad del clima; esta dependencia es una de las principales razones por la que Perú figura como el tercer país más vulnerable a los impactos de cambio climático, según el IPCC (Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático).

Una de las grandes facilidades de este trabajo de investigación es que se contó con toda la data histórica de las estaciones meteorológicas que se encuentran cerca al valle, proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), permitiendo obtener un análisis detallado y preciso de las variables meteorológicas (precipitación y temperatura mínima) para la caracterización de las amenazas climáticas.

La tesis está dividida en ocho capítulos, estos capítulos tratan sobre: Planteamiento del problema, Marco teórico y conceptual, Diagnóstico del área de estudio, Metodología de investigación, Análisis espacial y Modelamiento de datos, Análisis de los resultados, Propuesta final, Conclusiones y recomendaciones.

Capítulo I.

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La recurrencia de fenómenos climatológicos adversos repercute negativamente en la producción agropecuaria y los ingresos de los productores.

Los factores naturales climáticos son los que poseen una mayor relevancia en el desarrollo del cultivo debido a que son incontrolables; sin embargo saber cómo se presentan a través del tiempo nos va a permitir seleccionar que tipo de cultivo en general es el más apropiado, así como también ver que épocas son más favorables para un cultivo determinado y así poder mejorar su adaptación y producción.

En Perú se han realizado diversos estudios climatológicos pero no siempre se lo ha relacionado o integrado con el impacto que tiene en la parte agrícola o con la población.

Villegas P., Ezequiel; Rosas P., Víctor y Silva C., José (1989) “Estudio Agrometeorológico en el valle del Mantaro”; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI. Tuvo como objetivo determinar el impacto del clima en la agricultura. Se realizó en dos partes, uno de ellos fue topoclimatología de las temperaturas mínimas y frecuencia de heladas y el otro, necesidades de agua para la agricultura fundamentada en el hecho que el valle es típico de zonas semiáridas con problemas de escasez de agua al inicio de la campaña agrícola. Para tal efecto, se instaló, desde fines de 1983 a 1987 una red temporal de 47 estaciones para los estudios respectivos. Los mapas resultantes no tenían tanto nivel de detalle para el

caso de especialización de la temperatura mínima pero era sobresaliente el trabajo de los dibujantes para ese tiempo, ya que nos mostraban a gran escala el comportamiento de la temperatura.

Martínez G., Rodney; Mascarenhas Da S., Affonso y Alvarado A., Abigail (2009). “Guía Técnica para la Implementación de un Sistema Regional de Información Climática Aplicada a la Gestión de Riesgo Agrícola en los Países Andinos”, Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño-CIIFEN. Este proyecto se basó en obtener un solo procedimiento acordado entre todas los Servicios Meteorológicos Nacionales abarcando países como: Bolivia, Chile, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela; para el manejo, publicación y actualización de la Base de Datos Climática Regional (parámetros de precipitación, temperatura mínima y temperatura máxima). Los mapas de riesgo para los diferentes países se realizaban a nivel de pronóstico trimestral, sin mostrar el comportamiento histórico de una variable meteorológica determinada.

Transmonte, Grace. L (2009) “Propuesta de Gestión de Riesgos de Heladas que afectan la agricultura del Valle del Mantaro (Andes Centrales del Perú)” se realizó toda la caracterización climática de la zona enfocándose solo en 2 comunidades Concepción y Quilcas, ubicadas al este del valle. En este estudio sólo se determinó el nivel de riesgo ante una fecha definida (heladas meteorológica no Agrometeorológica) haciéndose solo de manera descriptiva, enfocándose en la Gestión propia del riesgo.

Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación de Chile (2010) “Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile” El estudio se propuso establecer metodologías para la gestión del riesgo asociado a eventos climáticos extremos, con particular referencia a la sequía en Chile, para poder desarrollar e implementar un Sistema de Gestión del Riesgo Agroclimático.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente nuestro país está siendo afectado debido a las variaciones del clima que actualmente están siendo más intensas y constantes que antes. Estas variaciones han impactado mayormente en los cultivos, según el Ministerio de Agricultura, se han perdido anualmente grandes áreas agrícolas (más de 15 mil Ha de cultivos en los últimos 15 años, debido a la variabilidad climática manifestada en inundaciones, sequías, heladas y granizadas).

Estas variaciones climáticas como son específicamente las variaciones de temperatura (presencia de heladas agrometeorológicas) e irregularidad de precipitación (situación de sequía); repercuten en los cultivos, generando su disminución de la calidad en las zonas dedicadas al cultivo de papa, afectando así en su rendimiento y también propicia que se pierdan algunos cultivos de papa nativas.

Ante esta problemática se hace necesario disponer de una metodología para la generación de mapas de Riesgo Agroclimático basados en Sistemas de Información Geográfica, que nos permitiría ser más puntuales, precisos y eficaces en la ubicación de zonas que presenten alto riesgo agrícola, pudiendo convertirse en una herramienta que permitiría mejorar la producción del cultivo de papa, favoreciendo el ingreso de seguros agrícolas.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida el uso de Sistemas de Información Geográfica permite a las propuestas de Gestión Agrícola identificar niveles de riesgo agrícola para el cultivo de papa asociados a peligros de sequías agrícolas y heladas agrometeorológicas y de esta manera generar un mejor rendimiento y calidad en la papa así como elevar la calidad de vida de los pobladores del Valle del Mantaro?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Proponer la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, para determinar zonas de riesgo agroclimático en el valle del Mantaro para el cultivo de papa.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los distintos peligros climáticos (heladas y sequías) de la zona.
- Identificar zonas limitantes (nivel de riesgo alto) para el desarrollo del cultivo de papa.
- Generar información preliminar que comprende los elementos del riesgo agroclimático: amenaza, exposición, fragilidad socioeconómica y resiliencia (capacidad de recuperación del cultivo)
- Identificar zonas vulnerables para el cultivo de papa.
- Elaborar el mapa de Riesgo Agroclimático para el cultivo de papa en el valle del Mantaro.
- Comprobar la influencia del cambio climático en el nivel de riesgo en el valle del Mantaro.
- Validar los resultados obtenidos a partir del uso de los Sistemas de Información Geográfica con los datos tomados en campo.

1.5. HIPÓTESIS

Hipótesis 1: El uso de Sistemas de Información Geográfica constituye una herramienta tecnológica importante en el desarrollo de estudios para el proceso de información, identificación y análisis de zonas que presenten riesgo significativo asociados a peligros climáticos como sequías agrícolas y heladas agrometeorológicas.

1.6. JUSTIFICACIÓN

El valle del Mantaro es uno de los más prodigiosos en todo el territorio del Perú en materia agroecológica.

En el valle huancaíno se cultiva 23 especies de hortalizas, cuya producción está dirigida en un 80% al mercado de Lima, mientras el restante sirve para la alimentación local y regional del Mantaro. Esto hace que esta zona sea reconocida como la “despensa de Lima”, pues tiene gran importancia agrocomercial, ya que está conectada por una buena carretera con la capital peruana.

El principal cultivo del valle es la papa (primer productor nacional), las más populares son la mariva, la canchan, la tomasa, la perricholi, la Yungay, etc.

En el valle del Mantaro se distinguen claramente dos tipos de agricultores: los que pueblan las zonas altas y los de las regiones bajas. Los primeros pertenecen a comunidades que producen para el consumo local y son los que están más apartados del desarrollo tecnológico. En cambio los agricultores de la zona baja del Mantaro son los que acceden a negocios florecientes, producen para el consumo de Lima y otras ciudades y han introducido maquinarias modernas en sus terrenos de cultivos, constituyendo más población agrícola.

En estos últimos años las pérdidas que se han venido dando en el sector de la agricultura por causa de la variabilidad climática han sido importantes (más de 15 mil Ha. se han perdido en cada campaña), según el Ministerio de Agricultura.

Durante la ejecución del proyecto PROCLIM que fue realizado por el Consejo Nacional del Ambiente (2005), se realizó un análisis de los principales peligros de origen hidrometeorológico que afectaba a la población del Valle Mantaro. Se encontró que las sequías, heladas y los deslizamientos (huaycos) afectaban las actividades de la población, entre ellas a la agricultura, generando el poco rendimiento y pérdidas de hasta

un 30%. Siendo los cultivos que reportan mayor superficie de pérdida por eventos climáticos a nivel de todo el país son: papa, maíz, plátano, arroz, cebada.

Pero contrariamente a este problema, es en estos años en que se ha venido dando un incremento en la productividad de papa, maíz y alcachofa en esta zona; gracias a la aparición de nuevos mercados que demandan estos productos, principalmente el mercado externo y por la mayor inversión en insumos y tecnología, es decir que el productor invierte más capital por hectárea.

Para que ese esfuerzo no se pierda, es fundamental conocer el impacto del clima y la adopción de cobertura de riesgos en el cultivo.

1.7. FINALIDAD E IMPORTANCIA

La presente tesis; resulta de gran importancia, ya que propone el uso de herramientas de tecnologías en Sistemas de Información Geográfica como medio de aplicación de técnicas para la información agroclimática, y así identificar las zonas que presenten un nivel de riesgo significativo, es decir zonas donde ocurren pérdidas en la actividad agrícola por efecto de fenómenos climáticos; esta herramienta cumple con los requerimientos para poder realizar los procesos de manera más eficaz y en menor tiempo, generando información gráfica y de metadata de gran significancia a la hora de la toma de decisiones.

Este proceso metodológico generará insumos que permitan analizar y proponer una nueva zonificación de áreas de cultivo en el Valle, bajo criterios de adecuada ubicación, propiciando así el ordenamiento agrícola del Valle y que poco a poco vayan disminuyendo los minifundios que se presentan en la zona, mejorando la productividad del cultivo de papa en el Valle (Gobierno Regional de Junín, 2009).

Esta propuesta surge como una alternativa tecnológica innovadora, si se cuenta el hecho de no haber sido realizada este tipo de trabajo de investigación en la zona y que les sería de utilidad tanto a los agricultores como a empresas que buscan invertir en la misma.

Es así que el uso de Sistemas de Información para evaluar el riesgo agroclimático, se impone como una necesidad para así poder promover el desarrollo del mercado de seguros agrícolas, así como también para realizar el análisis de viabilidad técnica en proyectos de inversión.

Capítulo II.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. AMENAZA

Se define amenaza como sinónimo de peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un periodo de tiempo de un fenómeno peligroso de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que puede producir efectos adversos en la personas, el ambiente y los bienes y servicios.

Así, desde el punto de vista conceptual, la amenaza se entiende como un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un suceso se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un período de tiempo definido (Cardona, 2001).

Se llama “amenaza” a fenómenos naturales físicos que pueden ocasionar la pérdida de vidas humanas o daños materiales y ambientales. Se concibe y define por su naturaleza (tipo de amenaza), lugar y extensión geográfica, magnitud e intensidad (potencial de daño) y por su probabilidad de ocurrencia, duración y frecuencia (ciclos de recurrencia). Ejemplos: inundaciones, terremotos, sequías, derrumbes, etc. (GTZ, 2004)

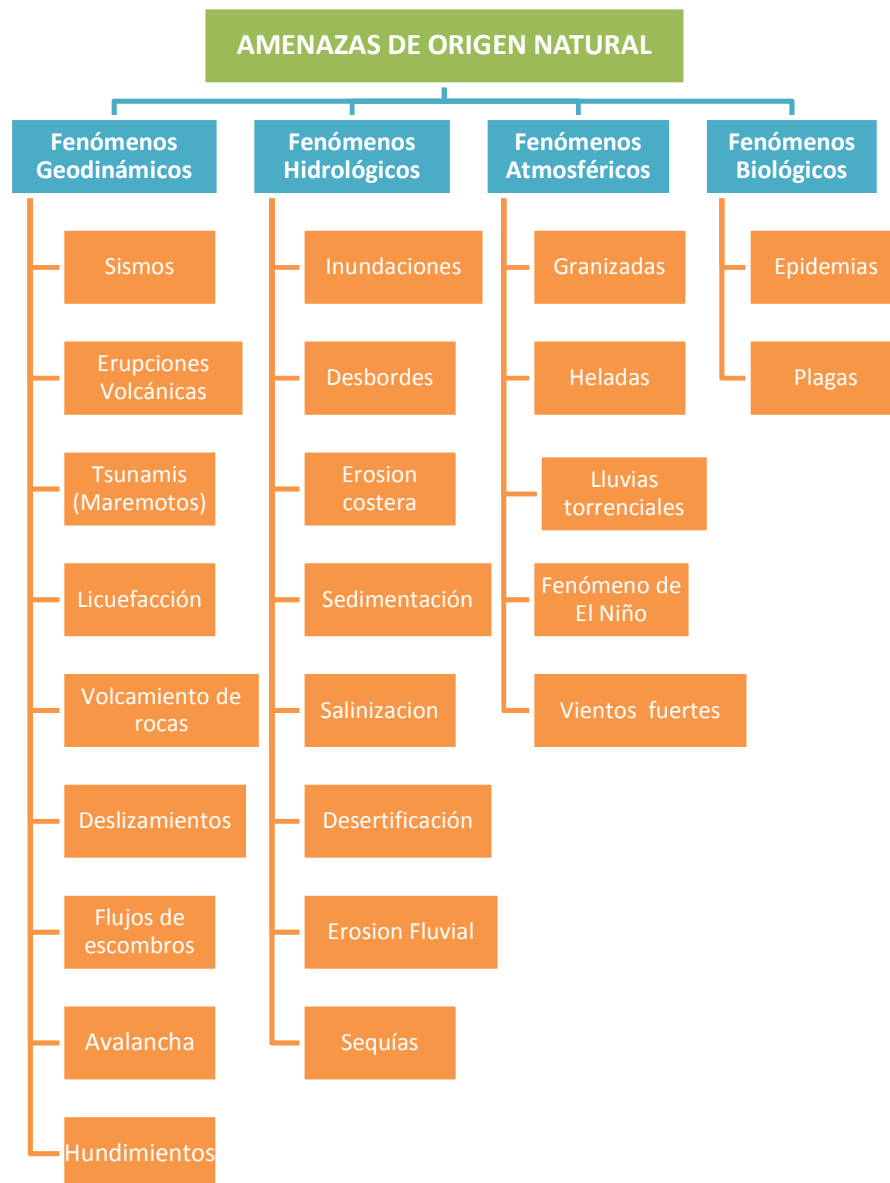
La amenaza se puede evaluar mediante los "pronósticos" de la ocurrencia de un fenómeno, en base al estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o registro de eventos en el tiempo. Este tipo de evaluaciones las realizan instituciones técnicas y científicas relacionadas con campos afines a la geología, la hidrometeorología y los procesos tecnológicos; normalmente se plasman en mapas de "zonificación" según el tipo de peligro. Los mapas de amenaza son un

insumo de fundamental importancia para la planificación física y territorial (Maskrey, 1998).

De forma general la amenaza se puede diferenciar en dos grandes grupos de acuerdo con su origen: amenazas naturales y amenazas antrópicas.

Gráfico 1.

Clasificación de Amenazas de Origen Natural



Fuente: Cardona O.D., 2001: Tesis de Doctorado "Estimación Holística de Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos" P25, 301pp. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Gráfico 2.

Clasificación de Amenazas de Origen Antrópico



Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Cardona O.D., 2001: Tesis de Doctorado “*Estimación Holística de Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*” P26, 301pp. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Entre ambos grupos anteriormente mencionados existe un amplio espectro de otros fenómenos, es por esto que se hace necesario de otro tipo de clasificación. Según Cardona (2001) se presentan los siguientes:

- **Amenaza de Origen socio – natural;** estos son producidos en conjunto entre el hombre y factores naturales o por la influencia negativa del hombre sobre la naturaleza. Por ejemplo fenómenos de remoción en masa como el deslizamiento, aluvión (huayco), etc.
- **Amenaza de Origen complejo o concatenado;** es decir una amenaza se presentan en forma encadenada o sucesiva generándose otras amenazas.

El grado de amenaza estará relacionado con la intensidad con que se presente un evento y con el tiempo de retorno en que se vuelva a manifestar el fenómeno que caracteriza a la amenaza.

Las amenazas naturales relacionadas directa e indirectamente con el clima y que afectan a nuestro cultivo dentro del área de estudio según diversos estudios y corroborada por las encuestas realizadas fueron las siguientes: sequías y heladas agrometeorológicas. Estas llegan a ser fenómenos de tipo atmosférico e hidrológico.

A continuación se definirá a cada uno de ellos:

2.1.1. Sequía

A continuación dos definiciones encontradas en el Vocabulario Meteorológico Internacional de la OMM (1992):

1. Ausencia prolongada de deficiencia marcada de la precipitación.
2. Período anormal de tiempo seco, suficientemente prolongado, en el que la falta de precipitación causa un grave desequilibrio hidrológico.

La sequía es también definida como un fenómeno temporal que resulta de la escasez o mala distribución prolongada de la precipitación y de la evaporación en exceso, de manera que la combinación resultante provoca un importante déficit entre la necesidad de las plantas y el agua que absorben desde el suelo (Benegas 2006).

En la publicación OMM-Nº1006, de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en el 2006 define a la sequía como una desviación acumulativa respecto de las condiciones normales o previstas de precipitación, es decir, respecto de una media estadística o de un promedio a largo plazo. Este déficit de precipitación puede sobrevenir en poco tiempo o tardar meses en manifestarse a través de la disminución del caudal de los ríos, de los niveles de los embalses o de la altura de las aguas subterráneas. La evolución sigilosa de la sequía hace que, en ocasiones, sus efectos tarden semanas o meses en hacerse patentes. El déficit de precipitación empieza a manifestarse en la disminución de agua en los suelos, por lo que la agricultura suele ser el primer sector afectado.

Según INDECI (2009) define a la sequía como, ausencia de precipitaciones pluviales que afecta principalmente a la agricultura. Los criterios de cantidad de precipitación y días sin precipitación,

varían al definir una sequía. Se considera una sequía absoluta, para un lugar o una región, cuando en un período de 15 días, no se ha registrado una precipitación mayor a 1 mm. Una sequía parcial se define cuando en un período de 29 días consecutivos la precipitación media diaria no excede 0.5 mm. Se precisa un poco más cuando se relaciona la insuficiente cantidad de precipitación con la actividad agrícola.

La sequía consiste en una precipitación anormalmente baja con relación a la media esperada de la zona estudiada (Porta *et al.*, 1994). Según los objetivos perseguidos será preciso fijar el periodo de tiempo a utilizar (semanal, decenal o mensual) siendo los resultados tanto más significativos cuanto más largas sean las series de datos disponibles.

En un sentido más exacto, la sequía agrícola se genera cuando el contenido de humedad del suelo es insuficiente para atender a las demandas hídricas de la vegetación y/o de los cultivos, lo cual dependerá también del tipo de planta, fase de desarrollo, tipo de suelo y demanda evaporativa.¹

A. Factores Condicionantes de la Sequía

Las sequias están relacionadas con las fluctuaciones climáticas, las cuales pueden ser producto de la variabilidad natural esperada por un área y tiempo determinado o de la variabilidad artificial producida por el hombre en forma espontánea o deliberada.

(1) Castillo Elías, Francisco (2001) "Agrometeorología"; P152, 517pp; 2da. Edición

Básicamente el fenómeno de las sequías incluye tres aspectos, los cuales están mutuamente interrelacionados; cantidad de humedad o volumen de agua deficitarios (intensidad), cantidad de unidades de tiempo en esa condición (duración) y cantidad de área comprometida (extensión).

La sequía, principalmente, está determinada por los siguientes factores²:

- **Déficit de precipitación**

Variación de la precipitación total determinada por la variabilidad pluviométrica estacional, intraestacional e interanual de la zona. Los registros de precipitaciones anuales son necesarios para determinar la ocurrencia de períodos de sequía.

- **El comportamiento del ciclo hidrológico:**

Las precipitaciones, la evapotranspiración potencial, la humedad relativa, los vientos, la temperatura, horas de sol, etc. que determinan tipos de clima, siendo los áridos o semiáridos los que presentan largos períodos de escasa o nula precipitación.

Otro factor condicionante es la modificación de la cubierta vegetal y de las condiciones del suelo producidas por esos cambios en la circulación atmosférica que pueden constituir un proceso de realimentación para prolongar la sequía.

- **La evapotranspiración referencial (ET_o)**

En zonas donde la ET_o es mayor que la precipitación se produce una deficiencia hídrica, lo que aunado a períodos consecutivos de disminución o ausencia de lluvias agrava una sequía.

(2) Instituto Geofísico del Perú, (2005), Diagnóstico de la Cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático Volumen II, 94 pp.

La ETo tiene estrecha relación con las temperaturas, los vientos, la humedad relativa y horas de sol. La temperatura traducida en calor incide directamente en la evaporación del agua del suelo y en la transpiración de las plantas como agente activador de los procesos vitales. La luz solar (horas de sol) aumenta las tasas de transpiración de las plantas.

B. Tipos de Sequía³

Las sequías suelen clasificarse en: meteorológica, hidrológica y agrícola.

- **Sequía meteorológica**

Involucra una reducción en la precipitación en algún periodo de tiempo (día, mes, temporada, año) por debajo del promedio a largo plazo en cierto periodo de tiempo. Su definición se basa en datos de precipitación (Jiménez, 2007).

- **Sequía agrícola**

Es el efecto que las sequías meteorológicas e hidrológicas tienen sobre esta esfera particular de la actividad humana, se define en términos de disponibilidad de agua en los suelos para el sostenimiento de los cultivos y para el crecimiento de las especies forrajeras. Los cultivos requieren condiciones muy particulares de temperatura, humedad y nutrientes durante su crecimiento para alcanzar su desarrollo máximo.

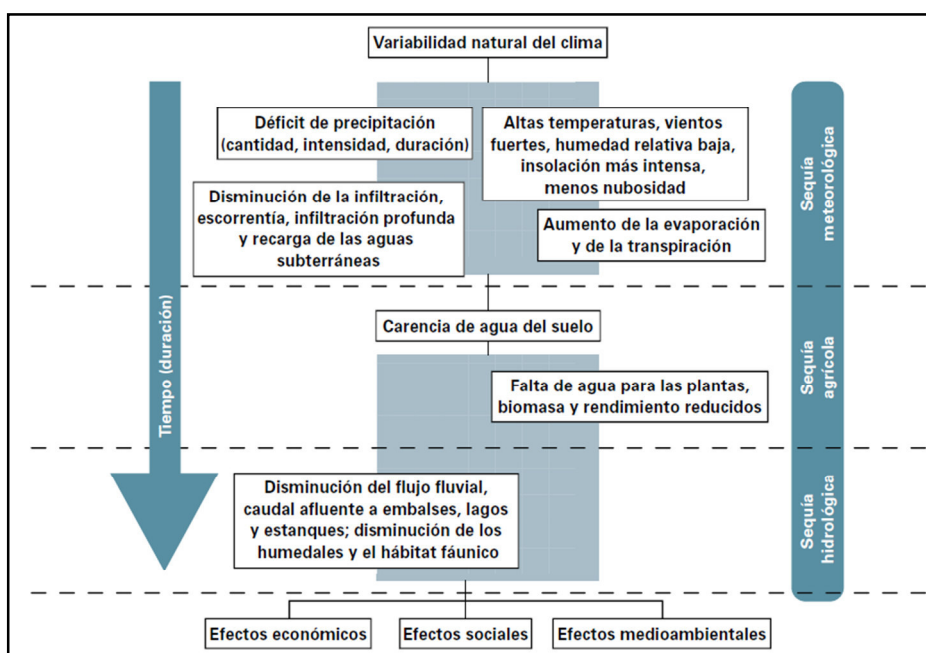
Es la más difícil de identificar, ya que esta puede ser causada por diversos factores, entre los cuales se encuentra la baja de humedad del suelo, por lo cual no se puede suponer que la sequía meteorológica y la agrícola sean iguales (Jiménez, 2007).

(3) Esta caracterización permite la modelización matemática de características como intensidad, duración y severidad; basado más que todo en la probabilidad.

No hay una relación directa entre la precipitación y la infiltración de la precipitación en los suelos. Las tasas de infiltración varían en función de los niveles de humedad preexistentes, de la pendiente, del tipo de suelo y de la intensidad de precipitación. Las características de los suelos difieren también ya que algunos suelos tienen gran capacidad de retención de agua y otros no. Estos últimos son más propensos a las sequías agrícolas (OMM, 2006).

Gráfico 3.

Secuencia de sucesos de sequía y de sus efectos para tipos de sequías aceptados.



Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska- Lincoln, Estados Unidos de América.

• Sequía hidrológica

Es aquella que trata de una reducción de los recursos acuáticos como nivel o flujo de cuerpos de agua superficiales, subterráneos por debajo del nivel promedio en un tiempo dado. Este tipo de sequía solo incorpora datos de disponibilidad y tasa de consumo con base en el uso normal del sistema como lo es el uso doméstico, industrial y agrícola (Jiménez, 2007).

C. Impactos de la Sequía

En la “Guía para la mitigación de los Efectos de la Sequía” publicada por la ICID - ATV-DVWK (1998), señala que la sequía impacta de diferentes formas; pudiendo ser directas e indirectas, simples o acumulativas, inmediatas o tardías, algunas afectan de forma permanente a grandes extensiones, otras en forma semipermanentes y algunas en forma aislada.

Los impactos fundamentales que se producen como consecuencia de la ocurrencia de una sequía son del tipo económico, social y ambiental:

Impacto Económico

Entre los impactos económicos, los primeros, sin duda, son los daños causados sobre la agricultura. Esta rama de la economía es la primera y la más expuesta a los daños de la sequía, por lo que es tratada con preferencia, especialmente en aquellos países en los que las sequías son más frecuentes, pero también afecta a diversos sectores.

Cuadro 1.

Impactos económicos de la sequia en sectores económicos

Sectores	Impactos
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas de cosechas anuales y perennes. • Daño a la calidad de las cosechas. • Pérdida de ingresos de los agricultores por la reducción de las cosechas. • Productividad reducida de las tierras de cultivo (erosión del viento, pérdida de materia orgánica, etc.).
Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> • Limitación de tierras públicas para el pastoreo. • Costo elevado o no-disponibilidad de agua para la ganadería. • Costo elevado o no-disponibilidad de comida para el ganado. • Tasas elevadas de mortalidad del ganado.
General	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de ingresos en las empresas e industrias relacionadas con la producción agrícola. • Reducción del desarrollo económico y de la población rural

Fuente: Adaptado de “Guía para la mitigación de los Efectos de la Sequía” publicada por la ICID y ATV-DVWK (1998)

Impacto Social

Los impactos sociales de la sequía no siempre se tienen en cuenta en toda su magnitud; a pesar de tener una relación muy cercana con el ser humano, provocando en ocasiones efectos extremadamente sensibles como: los impactos sobre la salud pública, sobre el empleo, sobre la política y los asuntos exteriores. A continuación se muestra la siguiente tabla que lo resume:

Cuadro 2.

Impactos sociales de la sequia en sectores económicos

Sectores	Impactos
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés físico y mental. • Desnutrición. • Pérdida de vidas humanas. • Aumento de las enfermedades respiratorias.
Política	<ul style="list-style-type: none"> • Conflictos entre los usuarios de los recursos hídricos. • Conflictos políticos. • Conflictos de gestión.
Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en general de la pobreza. • Migración de la población. • Pérdida de valores estéticos. • Disminución o modificación de las actividades recreativas.

Fuente: Adaptado de “Guía para la mitigación de los Efectos de la Sequía” publicada por la ICID y ATV-DVWK (1998)

Impacto Ambiental

Las pérdidas ambientales son el resultado de daños a las especies de plantas y animales, hábitat silvestre, y calidad del aire y agua, incendios, degradación de calidad del paisaje, pérdida de biodiversidad, y erosión del suelo. Algunos de estos efectos son de corto plazo, y otros tardan más tiempo y algunos llegan a ser permanentes.

Una sequía extensa puede conducir a la desertificación y a la degradación general de la calidad del suelo. Algunas veces los efectos son de corta duración, restableciéndose las condiciones normales de forma rápida cuando finaliza la sequía.

El hábitat silvestre puede ser degradado a través de la pérdida de humedales, lagos y vegetación. Sin embargo, muchas especies eventualmente se recuperan de esta aberración temporal. La degradación de la calidad del paisaje, incluyendo la erosión creciente del suelo, puede conducir a pérdida más permanente de productividad biológica.

D. Medidas de protección (Bernal, 2001)

- Estrategias de diversificación de la producción con variedades de cultivos de mayor resistencia y mayor rentabilidad.
- Investigación de técnicas de conservación de humedad o que contribuyan a reducir el déficit hídrico resultante de la sequía.
- Promover la ejecución de proyectos que contemplen implementar reservorios de agua, riego artesanal, no quema del suelo, incorporación de rastrojos al suelo y otras prácticas amigables con el recurso suelo.
- Educar sobre la importancia del manejo de las fuentes de agua y de los árboles, la protección de cuencas y microcuencas.
- Capacitar a las organizaciones comunitarias sobre la importancia de los Planes de Desarrollo de Gestión de Riesgos, para poder identificar causas específicas de vulnerabilidades físicas, ecológicas y sociales, así como también el manejo de los pronósticos del clima, con el objeto de saber qué alternativas considerar ante la amenaza de estos fenómenos.

2.1.2. Helada

Fenómeno atmosférico que consiste en el descenso de la temperatura del aire por debajo de cero grados centígrados (hacia valores negativos) en la capa más baja del aire (1 - 2 metros), en la cual se encuentra la mayoría absoluta del follaje de los cultivos tradicionales (DNPAD, 1989).

Otra definición es la propuesta por el MINAG (2007) que la define como un fenómeno atmosférico que se presenta cuando la temperatura del aire existente en las cercanías del suelo, desciende de tal forma que puede ocasionar daños a los cultivos que allí se encuentran. En general puede causar la solidificación del agua del suelo y las plantas debido al descenso significativo de la temperatura del aire y que pueden llegar por debajo del punto de congelación del agua.

La acción más importante de las heladas contra los cultivos es la formación de heridas debida a la rotura de células y de tejidos derivados de la formación de hielo. Estas heridas pueden ser macroscópicas o microscópicas, constituyendo una puerta de entrada para microorganismos. Los órganos afectados por el hielo (rotos) pierden localmente, o al menos temporalmente, su facultad de reacción frente a la penetración de un organismo patógeno (Bondoux, 1978).

La deshidratación de los tejidos produce un daño importante, que en el caso que no pueda rehidratarse, conduce a la muerte de los tejidos.

Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol.

A. Condiciones para la ocurrencia de Heladas

Las características de la atmósfera para la ocurrencia de las heladas son las siguientes:

- Cielo despejado durante el día y la noche.
- Ausencia de viento o muy leve, durante la noche.
- Poca humedad en el ambiente.
- Bajas temperaturas.

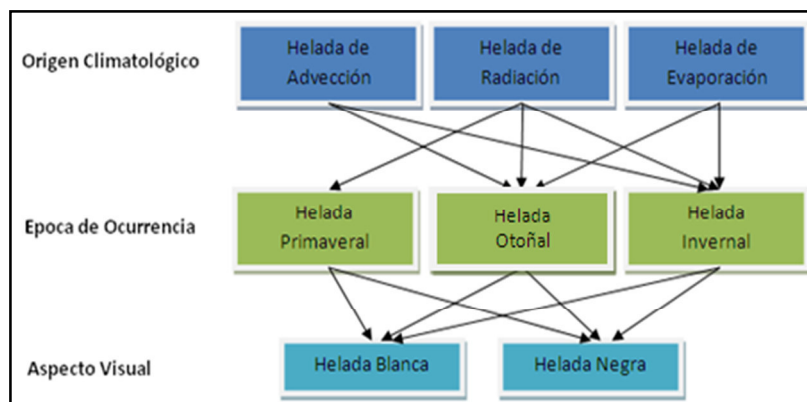
La hora de mayor incidencia de las temperaturas bajas ocurre entre las 5:00 y 6:00 de la mañana.

B. Clasificación de Heladas

Según Camargo, 1993, citado por Pereyra *et.al.* (2002) y Matías Ramírez *et.al.* (2001), las heladas pueden ser agrupadas desde tres puntos de vista: de origen climatológico, por época de ocurrencia y por su aspecto visual.

Gráfico 4.

Clasificación de las Heladas



Fuente: Matías Ramírez, Fuentes Mariles, García Jiménez, 2001: Heladas. Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED, México, D.F.

Por su Época de Ocurrencia

Según la estación del año en que se presenten Matías Ramírez (2001) define tres clases:

- **Helada Primaveral;** este tipo de helada afecta principalmente a los cultivos de ciclo anual cuando se encuentran en la etapa de

brotación de ramas o con pocos días de crecimiento. Se presenta cuando en el ambiente se genera un descenso de temperatura.

- **Helada Otoñal;** también llamadas heladas tempranas, con efectos perjudiciales para los cultivos porque pueden interrumpir bruscamente el proceso de formación de botones de las flores y la maduración de frutos. A estas heladas se le atribuye la reducción de la producción agrícola de una región. Se forman por la llegada de las primeras masas de aire frío de origen polar sobre el país durante los meses de marzo y abril.
- **Helada Invernal;** se forman durante el invierno si la temperatura disminuye notablemente. Ellas ocurren cuando las plantas se encuentran en periodo de reposo, lapso en el que las plantas disponen de mayores posibilidades de soportar bajas temperaturas.

Por su Origen (Según VMI, 1992)

- **Helada de Advección;** helada debida principalmente al transporte de aire húmedo por encima de una superficie cuya temperatura está por debajo del punto de congelación. Los vegetales se enfrían por contacto y pueden sufrir daños de mayor o menor cuantía según su naturaleza y el estado fenológico en que se encuentren.
- **Helada de Radiación;** helada causada por el enfriamiento nocturno por radiación de la superficie terrestre, habitualmente en condiciones de cielo claro y con viento escaso o nulo. Las temperaturas de la superficie deben descender a 0°C o menos.
- **Helada de Evaporación;** helada producida principalmente por la evaporación de la humedad del aire en superficie relativamente seco, provocando un descenso de la temperatura del aire a 0°C o menos.

Un análisis de la información meteorológica del valle del Mantaro durante los años 1984-1987 realizado por SENAMHI, 1989; concluye que el 83% de las heladas (con temperaturas menores o iguales a 0 °C a 0.5 metros sobre el suelo) son heladas fundamentalmente de irradiación y el resto de tipo advectivo.

Para el caso de nuestra investigación es necesario definir otros tipos de heladas; donde estas, se encuentren más relacionadas con la temperatura crítica que pueden soportar los cultivos, se considera para esto dos grandes grupos: agronómicas y meteorológicas.

- **Heladas Meteorológicas**

Se define como helada meteorológica a la ocurrencia de una temperatura mínima diaria que no supere los 0°C en abrigo meteorológico (medida a 1.5m del suelo).

- **Heladas Agronómicas**

En forma más general, se define la helada agronómica como el descenso de la temperatura del aire a niveles donde la planta comienza a sufrir daño, sin llegar necesariamente a cero grados centígrados (0°C).

C. Control de Heladas

- **Defensa pasiva**

Se refiere a la condición en que se encuentra el suelo a la fecha de ocurrencia de la helada. Dentro de este tipo de defensa se encuentran múltiples soluciones para evitar que las heladas pueda afectar nuestro cultivo, como: elección adecuada del emplazamiento de la plantación, elección de especies y variedades para las cuales la probabilidad de efectos desfavorables de las

heladas graves sea muy baja, retraso de la floración y técnicas de cultivo adecuadas.

- **Defensa activa**

En condiciones de riesgo de heladas este tipo de defensa es la que logra un aumento de la temperatura del ambiente mediante aportes externos de energía destinada a contrarrestar la disminución ocurrida por irradiación.

Fuentes de esta energía son la combustión de materiales, calor latente de fusión proveniente de agua aplicada sobre los órganos a proteger, y el mayor nivel energético derivado de la mezcla de capas de aire con mayor temperatura con otras de menor temperatura, éstas últimas ubicadas cerca de la superficie, mediante la generación de turbulencia (torres con ventiladores elevados) o por elevación de aire frío.

Foto 1.

Defensa activa: quema de malezas ante posible presencia de una helada.



2.2. VULNERABILIDAD

El reporte de grupo de expertos de la reunión “*Natural Disasters and Vulnerability Analysis*” realizado por la UNDRO y la UNESCO (1979), define a la vulnerabilidad como el grado de pérdida experimentado por un elemento o grupo de elementos en riesgo, debido a la ocurrencia de un fenómeno natural de una determinada magnitud, expresado en una escala de 0 (sin daños) a 1 (destrucción total).

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en el 2001 definió a la vulnerabilidad como el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. Es función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático, de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad⁴ y de su capacidad de adaptación⁵.

Complementando a la definición, desde la teoría de Gestión de Riesgos de desastres el ITDG (2003), define a la vulnerabilidad como susceptibilidad al daño que tienen los elementos expuestos a una amenaza.

También grado por el cual un sistema socio-económico es susceptible o resiliente a los impactos de una amenaza.

Igualmente, se refiere a la incapacidad de un grupo social para anticiparse, resistir y recuperarse de los impactos de una amenaza.

(4) Grado por el cual es afectado un sistema en sentido perjudicial o beneficioso, en razón de estímulos relacionados con el clima (sus características regulares, la variabilidad climática y la frecuencia y magnitud de eventos extremos).

(5) Habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

De ambos factores que componen el riesgo (amenaza y vulnerabilidad), la única que puede modificar sus condiciones de elementos expuestos es la vulnerabilidad, es por esta razón que se toma una mayor importancia en la vulnerabilidad aplicando así medidas de prevención y mitigación ya que si llegamos a reducir ésta, se reduce prácticamente el riesgo.

Uno de los primeros en integrar los diferentes aspectos que caracterizan a la vulnerabilidad desde varias perspectivas fue Wilches-Chaux (1989), llegando a ser su planteamiento muy útil y de fácil visualización ya que se observa vulnerabilidades individuales que pueden llegar a afectar a una sociedad independiente de las demás. Estas son:

Vulnerabilidad natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, educativa, cultural, ecológica e institucional.

Este planteamiento nos muestra que la vulnerabilidad no es estática sino dinámica ya que recoge a través del tiempo las deficiencias y limitaciones en una zona, incidiendo a que se observe una mayor o menor vulnerabilidad.

Las causas de fondo de la vulnerabilidad o causas subyacentes que dan origen a la vulnerabilidad son los procesos económicos, demográficos y políticos, que afectan la asignación y distribución de recursos entre diferentes grupos de personas y reflejan la distribución del poder (Wisner, 2001).

Pero hay otros procesos que también se debe de prestar atención; como el crecimiento de la población, la urbanización rápida, presiones financieras internacionales, degradación de la tierra, cambio ambiental global y guerra. El aumento de la población es una de las razones que explica el incremento de personas afectadas como resultado de sequías e inundaciones, así como la deforestación aumenta las inundaciones y el riesgo de deslizamientos (Blaikie et al., 1996).

Según Cardona (2001), propone los siguientes factores de los cuales se origina la vulnerabilidad, basado en que existe una alta relación entre la vulnerabilidad y las carencias de desarrollo:

- Exposición y Susceptibilidad Física
- Fragilidad socioeconómica
- Resiliencia

Este tipo de planteamiento intenta integrar de manera holística la lectura de las ciencias físicas y las ciencias sociales, con el fin de tener una visión más completa de los factores que originan la vulnerabilidad, teniendo en cuenta los aspectos de resistencia física ante los fenómenos y los aspectos prevalecientes de autoprotección individual y colectiva (Cardona y Barbat, 2000).

La razón por la que se eligió trabajar la vulnerabilidad involucrando estas tres componentes fue que el estudio no se hace para una población o comunidad de personas sino para un cultivo específico (papa) que depende de un grupo de personas (agricultores).

Cuando uno desea ver el nivel de riesgo en que se encuentra un cultivo, la vulnerabilidad como lo caracteriza Wilches-Chaux no llega a ser de mucha ayuda debido a que es más representativo en una comunidad (población) involucrando factores relacionados a ella (vulnerabilidad física, social, educativa, etc.) y estos mismos factores no precisamente se adaptan a un cultivo.

Es por eso que en este estudio se utiliza una metodología diferente para expresar la vulnerabilidad del cultivo y su adaptación al cambio climático, relacionando diferentes dimensiones; como el ambiente externo y la cantidad afectada por determinada amenaza (exposición o susceptibilidad física), las limitaciones de diferente índole que puede tener la población encargada de producir dicho cultivo, afectando así el desarrollo del mismo (fragilidad socioeconómica), y la capacidad de recuperación que puede

tener el cultivo para superar cualquier adversidad (Resiliencia), como por ejemplo el cambio climático; integrándose así todos estos factores de una manera holística.

La vulnerabilidad (V) entonces será expresado como:

$$V = E_k + F_k + R_k$$

Donde:

E: exposición o susceptibilidad

F: fragilidad socioeconómica

R: falta de Resiliencia

k: 1, 2, 3,....

2.2.1. Exposición y Susceptibilidad Física

Es la condición de susceptibilidad que tiene el cultivo de ser afectado por estar en el área de influencia de las amenazas climáticas y por su fragilidad física ante los mismos.

La exposición se refiere, en general, al volumen y concentración de elementos por unidad de área. Un número mayor de elementos significa una mayor exposición y, por lo tanto, una mayor vulnerabilidad.

2.2.2. Fragilidad Socioeconómica

Se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos.

En términos relativos, una zona que experimenta un alto deterioro social es más vulnerable y por lo tanto esta en mayor riesgo.

Esta variable enfoca totalmente a las fortalezas y debilidades del agricultor (factor que depende el cultivo).

Terry Cannon (2006), propone que esta vulnerabilidad esté compuesta por una serie de características complejas, comprendiendo cinco componentes principales que se detalla a continuación.

Fortaleza y estabilidad de los medios de vida (FEMV)

Se trata principalmente de la variedad y cantidad de bienes o capital que posee una persona o un hogar.

La resiliencia y los medios de vida están compuestos por:

- Bienes financieros (o capital): ahorros, acceso a créditos, población económicamente activa, pobreza extrema.
- Bienes físicos: material de vivienda, equipos para sus cultivos, infraestructura de sistema de riego y drenaje, zonas urbanas, índice de necesidades básicas insatisfechas.
- Capital humano: grado y acceso a la educación, alfabetización, capacidad y fuerza para trabajar.
- Capital natural: acceso a fuentes de agua, uso de semillas certificadas, uso de abono orgánico, uso de fertilizantes químicos, suelos (textura, cantidad de materia orgánica, pH) pendiente, zonas de vida, geología, geomorfología, uso de tierra.

Bienestar inicial o condición básica (BI)

Los sub-componentes son:

- Presencia de gente enferma, epidemias
- Seguridad e identidad en su localidad.

Auto-protección (AP)

- Disponibilidad de conocimientos técnicos (organización de talleres) y aptitud para que su cultivo no se pierda durante un desastre.
- Acceso de los pobladores para recuperar pérdidas de cultivo (seguros agrícolas, subsidios gubernamentales créditos agrícolas, etc.).

Protección social (PS)

La protección social comprende las distintas precauciones tomadas para enfrentar a un desastre a nivel de la sociedad, más que a nivel de una persona u hogar (bomberos, defensa civil, cruz roja, organizaciones de socorro, asistencia técnica, capacitación en riesgo y gestión de riesgo agroclimático, etc.).

Estas medidas solamente pueden ser tomadas por una institución de alto nivel (INDECI) debido al costo o magnitud de la operación requerida y por las medidas de prevención que solo puede ser tomada por ellos.

Ejercicio del poder (EP)

Se trata del grado en que distintos grupos de personas pueden afectar las prioridades del gobierno, organizando sus propias actividades a través de su asociación autónoma.

También se refiere a medios de vida que incluyen el capital social y político (el acceso diferencial de la población a distintas redes, alianzas étnicas).

Este componente también incluye el derecho de las organizaciones no gubernamentales a operar en cooperación con la población para reducir el riesgo a los desastres. Se trata de establecer un ambiente institucional con buenas condiciones para tomar precauciones para evitar riesgos; y permitir a la población ejercer su derecho a expresar sus necesidades, y a tener acceso a conocimientos técnicos y a medidas de precaución pertinentes.

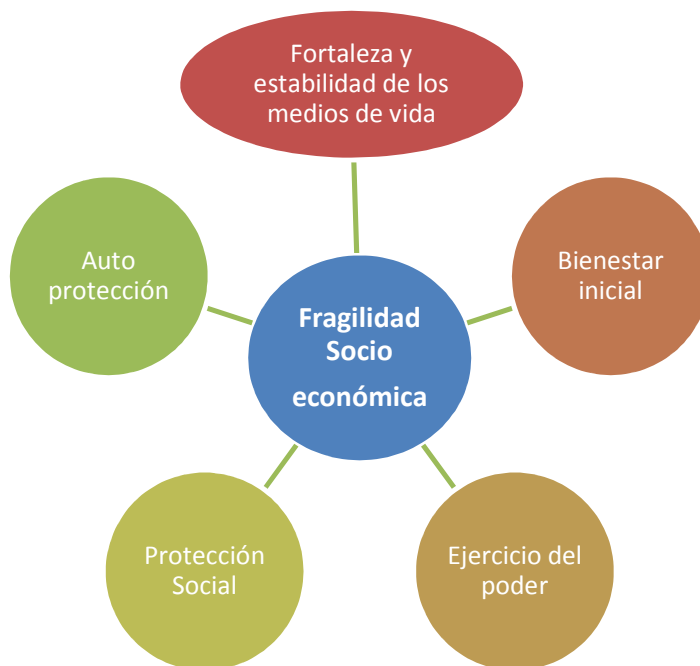
- Nivel de desigualdad entre géneros y derechos de la mujer.
- Presencia de organizaciones no gubernamentales (ONGs)
- Existencia de medios de comunicación que hablen de agricultura.
- Libertad de prensa, transparencia, acceso a diversos medios de comunicación que informen acerca del riesgo, cambio climático, etc.

2.2.3. Falta de Resiliencia

Expresa su incapacidad de respuesta ante un caso de emergencia y sus deficiencias para absorber el impacto. Esta característica sería propia de cada variedad de papa y, de la zona agroclimática donde se encuentre.

Gráfico 5.

Componentes de la Fragilidad Socioeconómica



Fuente: Adaptado de Cannon, Terry (2006) "Análisis de la vulnerabilidad, los medios de vida y los desastres" Tecnología & Sociedad, Revista Latinoamericana Nro. 7 / Octubre 2006. P 8-15, 180 pp.

La vulnerabilidad quedaría expresada como sigue, dándole un mayor valor a la fragilidad socioeconómica presente en cada poblador, porque finalmente depende de ellos, su adaptación al clima y búsqueda de soluciones para mejorar la producción de papa.

$$V = Ek + 2(\underbrace{FEMV + BI + AP + PS + EP}_{Fk}) + Rk$$

2.3. RIESGO

En el contexto de la gestión de riesgo de desastres naturales, se define al riesgo como: situación probable, resultante de una compleja interacción entre un fenómeno potencialmente destructivo (amenaza) y condiciones de vulnerabilidad dentro de las comunidades y entornos en los que puede impactar el fenómeno. Amenaza y vulnerabilidad, que coinciden en un tiempo y espacio se constituye en condicionantes para que se configure el riesgo.

Cardona en 1985 define al riesgo como:

$$\text{Riesgo}_t = R f (Ai, Ve)_t$$

Donde "A" es la probabilidad de ocurrencia de una amenaza de intensidad "i"; Ve es la probabilidad de un elemento "e" de ser susceptible a pérdida, debido a una amenaza de intensidad "i"; t es el período determinado; Riesgo_t se define entonces como la probabilidad de que un elemento "e" sufre un pérdida como consecuencia de una amenaza de intensidad "i" en un período "t".

En otras palabras, el riesgo es la coincidencia de una determinada amenaza y un elemento vulnerable a ésta y se interpreta como la probabilidad de ocurrencia de pérdidas humanas o materiales en bienes, instalaciones y en el medio ambiente, como consecuencia de un fenómeno natural extremo que se ha producido con una determinada intensidad o fuerza.

Cardona (1985) "Estudios de Vulnerabilidad y Evaluación del Riesgo Sísmico: Planificación Física y Urbana en Áreas Propensas" Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Boletín Técnico AIS Nro. 33, Bogotá.

2.4. CAMBIO CLIMÁTICO

El efecto invernadero es un proceso natural necesario para la vida en la Tierra, que permite que la atmósfera absorba parte de la radiación solar; y la reflejada por la superficie de la Tierra. Este proceso permite que durante la noche nuestro planeta no se enfríe demasiado, pues de lo contrario la vida en ella, como la conocemos ahora, sería imposible). Esta absorción de radiación (retención de calor) se produce gracias a la presencia de los denominados gases de efecto invernadero (GEI), los que están presentes en nuestra atmósfera de manera natural. Los principales GEI son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), así como gases fluorados como el perfluorocarbono (PFC), hidrofluorocarbono (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

En su proceso de desarrollo la humanidad ha generado GEI de manera excesiva, liberándolos a la atmósfera sin ningún tipo de restricción.

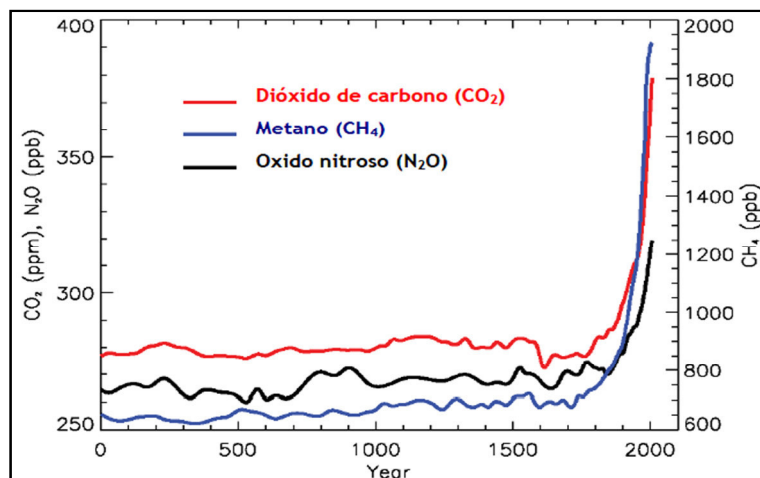
Esta emisión de GEI se incrementó significativamente desde el inicio de la era industrial (primera mitad del siglo XIX), debido a distintas actividades – principalmente de los hoy denominados países desarrollados-, tales como la quema excesiva de combustibles fósiles (petróleo y derivados, y carbón), la deforestación, y por el uso de tecnologías poco adecuadas.

Este exceso de emisiones estaría originando una interferencia en el comportamiento habitual de la atmósfera y el clima. La concentración de estos GEI se ha incrementado tanto, que este proceso natural y esencial para la vida en la Tierra se ha transformado en un problema conocido como **cambio climático** o calentamiento global (no importa el lugar en que se emitan estos GEI, pues todos en conjunto contribuyen a elevar la concentración mundial de estos gases, y por lo tanto, al calentamiento de nuestro planeta).⁶

(6) Cigarán, M; García, J; “Cambio climático en el Perú: variable a considerar para el desarrollo sostenible” Tecnología & Sociedad, Revista Latinoamericana, Nro. 7/ Octubre 2006, 180 pp.

Gráfico 6.

Concentraciones atmosféricas de GEI de larga duración sobre los últimos 2000 años



Fuente: IPCC, 2007a; Las unidades en ppm o ppb indican el número de moléculas de GEI por millón o billón de moléculas de aire respectivamente, en una muestra de atmósfera.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, o UNFCCC por sus siglas en inglés) atribuye el cambio climático *“directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad del clima natural observada durante períodos de tiempo comparables”*⁸.

Sin embargo, con frecuencia los científicos utilizan el término cambio climático para señalar cualquier cambio en el clima, ya sea de origen natural o humano. En particular, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) lo define como *“un cambio en el estado del clima que se puede identificar... por cambios en el promedio y/o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período prolongado, generalmente decenios o períodos más largos”*⁹. Cada una de estas definiciones es relevante y es importante tomarlas en cuenta.

(7) Artículo 1 de la CMNUCC, Definiciones:

http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1349.php.

(8) Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo I, Glosario de Términos, 2007, 996pp.

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/annexessglossary-a-d.html

2.4.1. Causas del Cambio Climático

Tal como lo demuestran las pruebas geológicas de las épocas glaciales y de los cambios en el nivel de los océanos, al igual que los registros de la historia humana durante cientos de años, el clima de la Tierra ha variado considerablemente en el pasado. No siempre pueden explicarse las causas de los cambios anteriores, pero en general se relacionan con cambios en las corrientes de los océanos, la actividad solar, las erupciones volcánicas y otros factores naturales⁹.

La diferencia hoy en día es que las temperaturas globales han ido aumentando de manera excepcionalmente rápida durante las últimas décadas.

Existen pruebas considerables sobre el aumento en el promedio de las temperaturas del aire y los océanos, el derretimiento de la nieve y el hielo, y la elevación del nivel promedio de los océanos. El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC concluye que el calentamiento global es inequívoco. Actualmente, las temperaturas de la atmósfera y de los océanos son más altas que en cualquier otro momento de los últimos 500 años y probablemente durante más de un milenio.⁹

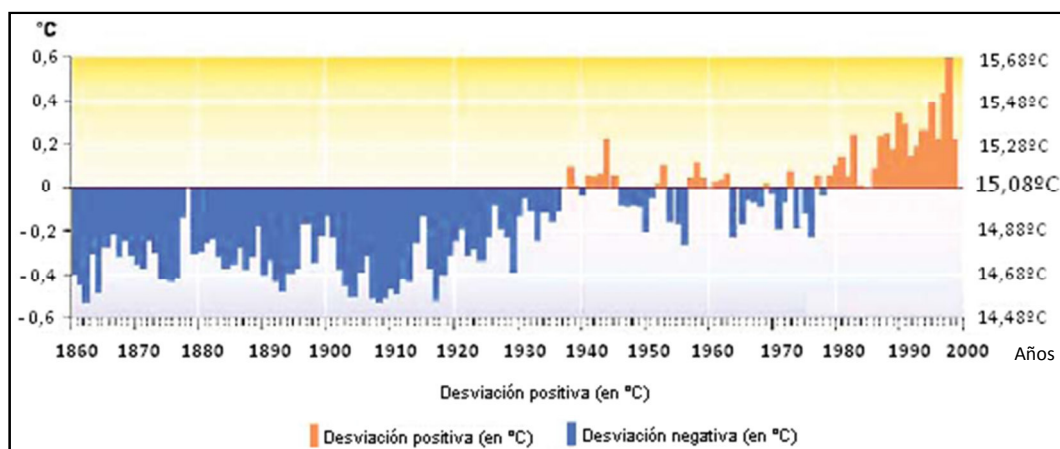
Tanto es así, que en los últimos 100 años la temperatura media global se ha incrementado unos 0.8 °C (+/-) 0.2°C, como se observa en el Gráfico 7.

Dada la enorme complejidad de los factores que afectan al clima es muy difícil saber si este incremento de la temperatura es parte de la variabilidad natural (debido a factores naturales) o si es debido al aumento del efecto invernadero provocado por la actividad humana

(9) Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo II, Resumen Técnico, 976pp.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

Gráfico 7.

Tendencia en la temperatura promedio global de la superficie



Fuente: Escuela de Ciencias Ambientales, Unidad de Investigación Climática, Universidad de East Anglia, Norwich, Reino Unido, 1999

Durante mucho tiempo, los científicos han sabido que los gases de efecto invernadero en la atmósfera funcionan como una “capa” que atrapa la energía solar entrante y mantiene la superficie de la Tierra más caliente de lo normal, y que un aumento de estos gases en la atmósfera conducirá a un calentamiento adicional.

La concentración actual de los gases de efecto invernadero en la atmósfera es más alta que en cualquier otro período en los últimos 500.000 años y, tan sólo entre 1970 y el 2004, ha aumentado en un 70 por ciento (70%), alcanzando su nivel actual de manera excepcionalmente rápida. Si bien hubo cierta controversia anteriormente, en la actualidad se reconoce que las actividades humanas, en particular el uso de combustibles fósiles y las distintas formas del uso de los suelos, son los factores predominantes en este aumento y también los causantes de gran parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años.¹⁰

(10) Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo II, Resumen Técnico, 976pp.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

2.4.2. Cambio Climático y los desastres

Por sí solas, las amenazas naturales no ocasionan ningún desastre, lo que genera un desastre es la combinación de una población o comunidad expuesta, vulnerable y mal preparada con una amenaza natural. Por lo tanto, el cambio climático incidirá en el riesgo de desastres de dos maneras distintas:

- a) a través de un aumento probable de las amenazas de origen climático; y
- b) mediante un aumento de la vulnerabilidad de las comunidades frente a las amenazas naturales, en particular debido a la degradación de los ecosistemas, una menor disponibilidad de agua y de alimentos, y cambios en los medios de sustento.

El cambio climático añadirá presión adicional a la degradación ambiental y al crecimiento urbano rápido y no planificado. Con todo ello, se reducirán aún más las capacidades de las comunidades para gestionar incluso los niveles actuales de las amenazas de origen climático.

2.4.3. Mitigación y Adaptación

En el marco de la CMNUCC, los países están discutiendo y negociando formas para hacer frente al problema del cambio climático. La primera tarea es hacer frente a sus causas, lo que supone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que producen las actividades humanas. Los medios para lograrlo son muy polémicos, puesto que requerirán cambios radicales en la forma en las que muchas sociedades están organizadas, especialmente con respecto al uso de los combustibles fósiles, las operaciones industriales, el desarrollo urbano y el uso de los suelos.

En el ámbito del cambio climático, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero se denomina “mitigación” ¹¹.

La segunda tarea para responder al cambio climático es gestionar sus impactos y sus consecuencias.

Se denomina “adaptación” ¹² a la toma de acciones para ocuparse de las condiciones variables del clima.

Acciones de adaptación:

- Evaluaciones del riesgo
- Protección de los ecosistemas,
- Mejoramiento de métodos agrícolas,
- Gestión de los recursos hídricos,
- Establecimiento de asentamientos en zonas seguras,
- Desarrollo de sistemas de alerta temprana
- Creación de mejores diseños de construcción
- Cobertura de los seguros y el desarrollo de medidas de protección social.

Todas estas medidas están intrínsecamente vinculadas con el desarrollo sostenible, ya que reducen los riesgos para la vida humana y los medios de sustento, y aumentan la resiliencia de las comunidades frente a todas las amenazas. Idóneamente, la adaptación y la mitigación pueden llevarse a cabo de forma conjunta, en tanto que algunas medidas de adaptación pueden contribuir a reducir la emisión de gases de efecto invernadero y ciertas medidas de mitigación pueden planificarse de forma tal que contribuyan a reducir y a no exacerbar inadvertidamente el riesgo de desastres.

(11) Según el IPCC, mitigación se define como “una intervención antropogénica para reducir el forzamiento del sistema climático; incluye estrategias para reducir las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero, al igual que para mejorar y aumentar los sumideros de éstos.

(12) Según el IPCC, la adaptación se define como “el ajuste en los sistemas naturales y humanos como respuesta a los estímulos climáticos reales o previstos o sus efectos, lo que modera el daño o aprovecha las oportunidades beneficiosas”

2.5. DEFINICIÓN DE LA PAPA (*Solanum Tuberosum*)¹³

La papa (*Solanum tuberosum*) es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo, la papa misma, con tan abundante contenido de almidón que actualmente la subespecie *S.tuberosum tuberosum* es el cuarto cultivo de mayor importancia en el mundo después del arroz, el trigo y el maíz.

La papa pertenece a la familia de floríferas de las solanáceas, del género *Solanum*, formado por otras mil especies por lo menos, como el tomate y la berenjena.

La papa se cultiva en los Andes desde hace más de 7.000 años.

Según investigaciones confirmadas recientemente, el origen de la papa, especie *Solanum tuberosum*, se centra en la parte norte del lago Titicaca, sur del Perú (Spooner et al., 2005).

La papa se cultiva en más de 130 países. La superficie cultivada de papa a nivel mundial, fue de 36.5 millones de hectáreas en promedio durante el período 2002-2006 y la superficie cosechada bordea los 18 millones de hectáreas aproximadamente durante el período 2002-2006 (FAO, 2010).

2.5.1. Diversidad de especies

Existen diferentes puntos de vista en cuanto al número de especies de papa cultivada. La taxonomía formal de Ochoa (1999), reconoce 9 especies; la de Hawkes (1990), 7 especies y subespecies; y la de Huamán y Spooner (2002), 1 especie con 8 grupos taxonómicos. El Centro Internacional de la Papa (CIP) comúnmente considera la clasificación de 8 especies cultivadas en Perú.

Las especies cultivadas: *S.tuberosum*, *S.goniocalyx*, *S. stenotomum*, *S. chaucha*, *S. phureja*, *S.curtilobum*, *S. juzepczukii* y *S. ajanhuiri* también son de origen andino.

(13) FAO, "Nueva luz sobre un tesoro enterrado" Reseña de fin de año, 2008, P 13-23, 56pp.

Representan diferentes hibridaciones con parientes silvestres o cultivados a lo largo de la evolución de la papa, en compleja relación con el hombre andino. El Perú tiene nueve de las once especies de papa que existen en el mundo y aproximadamente tres mil variedades, según datos aportados por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

Cuadro 3.

Especies de papa cultivada

Especie	Sub especie	Ploidía (cantidad de cromosomas que tiene una célula)
<i>Solanum tuberosum</i>	- <i>tuberosum</i> - <i>andígena</i>	$2n = 4x = 48$ $2n = 4x = 48$
<i>Solanum goniocalyx</i>	-	$2n = 2x = 24$
<i>Solanum stenotomum</i>	-	$2n = 2x = 24$
<i>Solanum chaucha</i>	-	$2n = 3x = 36$
<i>Solanum phureja</i>	-	$2n = 2x = 24$
<i>Solanum juzepczukii</i>	-	$2n = 3x = 36$
<i>Solanum curtilobum</i>	-	$2n = 5x = 60$
<i>Solanum ajanhuiri</i>	-	$2n = 2x = 24$

Fuente: Catalogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú Centro Internacional de la Papa (CIP), agosto 2006, 208pp.

2.5.2. Variedades precoces y tardías

Las variedades de papa se diferencian considerablemente en el tiempo que se necesitan para alcanzar la madurez. La mayoría de las variedades de la *subespecie andígena* tienen un período de crecimiento largo (4 a 6 meses), mientras que las variedades de la *subespecie tuberosum* maduran más rápidamente. Dentro del grupo *tuberosum*, algunas variedades maduran mucho más temprano que otras.

Una desventaja para tener en cuenta con las variedades tardías es que los requerimientos o la calidad de los tubérculos cosechados pueden disminuir debido a su exposición a posibles sequías, plagas y

otros riesgos. La variedad de maduración temprana tiene una emergencia temprana y un crecimiento moderado de la parte vegetativa, produciendo un rendimiento relativamente elevado en un periodo corto. En contraste, las variedades de ciclo largo tienen una emergencia más tardía y un follaje más abundante. Si las variedades de madurez tardía o ciclo largo se cosechan temprano en la estación de crecimiento, su rendimiento será relativamente bajo, pero cuando se cosechan más tarde su rendimiento sobrepasan a los de las variedades tempranas o de ciclo corto (Horton, 1992).

Las características de las variedades de ciclo corto son de crecimiento moderado de la vegetación o parte aérea, crecimiento temprano de los tubérculos y maduración temprana, con lo que estas variedades producen un rendimiento relativamente alto en un periodo relativamente corto. Por otra parte, las variedades de ciclo largo desarrollan más vegetación, el crecimiento de los tubérculos empieza más tarde y la maduración también es relativamente bajo pero normalmente rinde más que las variedades de ciclo corto debido a su periodo de crecimiento más prolongado (Arce, 2002)

2.5.3. Desarrollo del tubérculo

Al crecer, las hojas compuestas de la planta de la papa producen almidón, el cual se desplaza hacia la parte final de los tallos subterráneos, también llamados estolones. Estos tallos sufren la consecuencia de un engrosamiento y así se producen unos cuantos o hasta 20 tubérculos cerca de la superficie del suelo. El número de tubérculos que llegan a madurar depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes del suelo. El tubérculo puede tener formas y tamaños distintos, y por lo general pesa hasta 300g.

Al terminar el período de crecimiento, las hojas y tallos de la planta se marchitan y los tubérculos se desprenden de los estolones. A

partir de este momento, los tubérculos funcionan como depósito de nutrientes que permite a la planta subsistir en el frío y posteriormente reverdecer y reproducirse. Cada tubérculo tiene de 2 hasta 10 brotes laterales (los «ojos»), distribuidos en espiral en toda la superficie. De estos ojos brotan las nuevas plantas, cuando las condiciones vuelven a ser favorables.

Un tubérculo de papa crudo tiene un gran contenido de micronutrientes, las vitaminas y minerales esenciales para la salud.

Una papa contiene del 72 al 75% de agua y del 16 al 20% de almidón.

Una papa de tamaño medio contiene una gran cantidad de potasio, y casi la mitad de la vitamina C necesaria a diario para los adultos. También es una fuente importante de vitaminas del complejo B y minerales, como el fósforo y el magnesio.

La papa presenta elevados rendimientos y gran capacidad de almacenar almidón (de 2 a 6 veces más que los cereales).

2.5.4. El cultivo

La papa se cultiva en más de 130 países, en clima templado, subtropical y tropical. Es esencialmente un «cultivo de clima templado», para cuya producción la temperatura representa el límite principal: las temperaturas inferiores a 10°C y superiores a 30°C inhiben decididamente el desarrollo del tubérculo, mientras que la mejor producción ocurre donde la temperatura diaria se mantiene en promedio de 18 a 20°C.

Por ese motivo la papa se siembra a principios de la primavera en las zonas templadas y a fines del invierno en las regiones más cálidas, y en los lugares de clima tropical caliente se cultiva durante los meses más frescos del año. En algunas tierras altas subtropicales, las temperaturas benignas y la elevada radiación solar permiten a los agricultores cultivar la papa todo el año, y cosechar los tubérculos a los 90 días de haberlos sembrado (en climas más fríos, como en el norte de Europa, pueden ser necesarios hasta 150 días).

La papa es una planta que tiene una gran capacidad de adaptación y se da bien sin que el suelo ni las condiciones de cultivo sean ideales.

Sin embargo, también es víctima de una serie de plagas y enfermedades. Para prevenir la acumulación de patógenos en el suelo los agricultores evitan cultivar papas en las mismas tierras todos los años. En cambio, rotan los cultivos en ciclos de tres o más años, alternando por ejemplo con maíz, frijoles y alfalfa. Se evita producir otros cultivos vulnerables a los mismos patógenos de la papa –como el tomate– a fin de interrumpir el ciclo de desarrollo de las plagas.

2.5.5. Fases fenológicas de la papa (*Solanum Tuberosum*)

Según el “Manual de Observaciones Fenológicas” publicado por SENAMHI (2009), la papa presenta 5 fases, estas son:

- *Emergencia*

Aparecen las primeras hojas sobre la superficie del suelo.

- *Formación de brotes laterales*

Los Brotes que surgen desde el tallo principal son aéreos o subterráneos. Los primeros dan lugar a la formación del follaje de la planta y los segundos a rizomas, donde posteriormente engrosarán en la porción distal para la formación de tubérculos.

- *Botón floral*

Aparecen los primeros botones florales.

- *Floración*

Se abren las primeras flores.

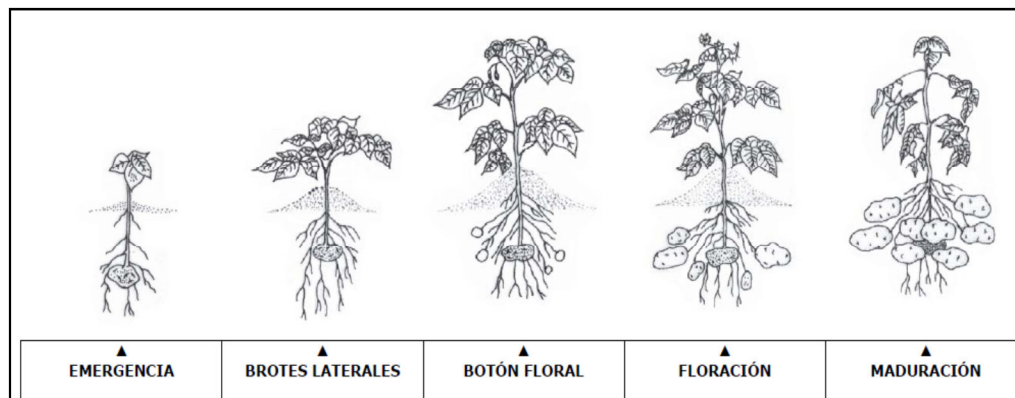
- *Maduración*

Debe observarse el cambio de color de la hoja porque hay una relación directa con la maduración del tubérculo. Descubriendo la base de las plantas ver si la piel de la papa está bien adherida y no

se desprende; por otro lado, la papa está madura cuando al ser presionada con los dedos no pierde su cáscara.

Gráfico 8.

Fases fenológicas de la papa



Fuente: Manual de observaciones fenológicas – SENAMHI/DGA, Junio 2009

2.5.6. Características del suelo para el cultivo del *Solanum Tuberosum*

Las papas pueden crecer casi en todos los tipos de suelos, salvo donde son salinos o alcalinos.

Los suelos naturalmente sueltos, que ofrecen menos resistencia al crecimiento de los tubérculos, son los más convenientes, y los suelos de arena con arcilla y abundante materia orgánica, con buen drenaje y ventilación, son los mejores. Se considera ideal un pH de 5,2 a 6,4 en el suelo.

El suelo debe mantener un contenido de humedad relativamente elevado. Las mejores cosechas, en cultivos de 120 a 150 días, se obtienen con un requerimiento de 500 a 700 mm de agua. En general, la falta de agua hace disminuir la producción cuando se produce a mitad o fines del período de desarrollo, más que si falta al inicio. Cuando hay poca agua, ésta se concentra en obtener la producción máxima por hectárea en vez de aplicarse a una superficie más amplia.

Debido a la poca profundidad de las raíces de la papa, la respuesta productiva a la irrigación frecuente es considerable, y se obtienen

cosechas muy abundantes con sistemas de riego automático que sustituyen a diario o cada tercer día el agua perdida por evapotranspiración. En condiciones de clima templado y subtropical de regadío, un cultivo de unos 120 días produce cosechas de 25 a 35 toneladas por hectárea, mientras que en las zonas tropicales son de 15 a 25 toneladas por hectárea.

Para combatir las enfermedades, algunas precauciones básicas pueden ayudar a evitar grandes pérdidas:

- Rotación de cultivos,
- Uso de variedades tolerantes y de tubérculos semilla saludables certificados.

No existen sustancias químicas para combatir las enfermedades bacterianas y virales, pero se pueden controlar mediante una vigilancia constante (y fumigación cuando sea necesario) de los áfidos que son sus vectores. La gravedad de las enfermedades fúngicas, como el tizón tardío depende principalmente, después de la primera infección, del clima. La persistencia de las condiciones favorables, si no se fumiga, puede propiciar la rápida propagación de la enfermedad.

Las plagas de insectos pueden destruir velozmente un cultivo de papas. Las medidas recomendadas para combatirlas son la vigilancia constante y la protección de los enemigos naturales de las plagas.

La sanidad, la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes de papa ayudan a prevenir la propagación de los nematodos.

El uso de fertilizantes químicos depende de la cantidad de nutrientes presentes en el suelo y para la producción comercial de regadío por lo general se utiliza una gran cantidad de fertilizante. Sin embargo, la papa prospera con la aplicación de abono orgánico al inicio de cada nueva rotación, porque ofrece un buen equilibrio de nutrientes y

mantiene la estructura del suelo. La aplicación de fertilizantes se debe calcular correctamente de acuerdo con la cosecha prevista, el potencial de la variedad y la utilización prevista de la cosecha.

A continuación detallará un grupo de tablas acerca de la agroclimatología de la papa, basándonos en su origen: nativas y mejoradas.

Papas Nativas

Las variedades de papas nativas pertenecen a las especies: *S. tuberosum ssp. andigena*, *S. goniocalyx*, *S. chaucha*, *S. stenotomum*, *S. curtilobum* y *S. juzepczukii*, *S. phureja*, entre otros. (CIP Y FEDECH, 2006)

Las variedades de papa nativas son harinosas, se consume cocidas (Egúsquiza, 2000). En algunos lugares los agricultores los agrupan en papas nativas dulces y amargas.

❖ Ambiente

La mayor concentración de papa nativas está sobre los 3850 msnm. Las condiciones de fuerte radiación solar y suelo orgánico brindan condiciones naturales especiales para su cultivo. Sin embargo, una de las dificultades para desarrollar este cultivo es su acceso al mercado (CIP e INCOPA, 2008).

Las papa nativas se siembran a partir de 3000 msnm hasta aprox. los 4200 msnm., la siembra se caracteriza por ser "mezclada", siendo una estrategia en caso de ocurrencia de heladas, sequías y evitar el efecto de plagas y enfermedades (Egúsquiza, 2000).

La papa amarilla nativa se cultiva en uno de los lugares más agrestes del mundo; los andes, sobre los 4000 msnm, donde el frío, las heladas y la luz solar, hacen de esta especie, únicas (CONAPAPA).

❖ Altitud

Cuadro 4.

Umbrales máximos y mínimos de altitud.

Variedades de papa nativa	Altitud (msnm)		Período vegetativo (días)	Principales variedades
	Mín.	Max.		
Papa nativa dulce	3000	4000	135 - 180	"Tumbay", "Muru huayro", "Huamantanga", "Puka huayro", "Peruanita", , etc.
Papa nativa amarga	3850	4350	150	"Camotillo", "ishkupuru", "Puka imilla", "Qompis", "Sani imilla", etc.

Fuente: Gómez *et al* (2008) Papas nativas del Perú. Catálogo de variedades y usos gastronómicos.

❖ Temperatura

La temperatura óptima para la papa nativa dulce se encuentra entre los 12°C a 13°C, para el caso de la papa amarga los valores se ubican entre los 8°C a 11°C llegando hasta un mínimo de -4°C. (Amorós, 1979; Tapia, 1991; Estrada, 1991 y Marca, 1991)

❖ Horas de luz

Según Amorós (1979) y Egúsqiza (2000), el fotoperíodo óptimo para la papa nativa dulce y amarga se encuentra entre las 10 a 16 (horas/día).

❖ Suelo

Según Cépeda y Gallegos (2003) la clase textural más adecuada para el desarrollo de la papa nativa son los suelos Franco arenoso, Franco arcilloso y Franco.

En cuanto al pH, según Montaldo (1984) y Cépeda y Gallegos (2003) los suelos más óptimos son los que se encuentran entre 5 y 6,5 llegando hasta niveles de 8.

En cuanto al porcentaje de materia orgánica según López *et al* (1980) y Cépeda y Gallegos (2003) señalan que el suelo tiene que

tener un alto porcentaje de materia orgánica para lograr mejores rendimientos.

Papas Modernas o Mejoradas

Las variedades modernas de la papa provienen del cruce entre especie *tuberosum ssp. Tuberosum* y especie *tuberosum ssp. Andígena* (CIP, 2006).

Las variedades modernas también llamadas "mejoradas" son menos harinosas. Actualmente existen alrededor de 56 de este tipo: "Yungay", "Revolución", "Canchan", "Perricholi", "Tomas", "Cica", "Chaska", "Andina", "Muru", "Costanera", "Unica", etc. (Egúsqiza, 2000).

❖ Altitud

Según López *et al* (1980) la zona apta para cultivo de papa se halla entre la sierra media y alta ubicándose entre los 2500 y 4100 msnm.

❖ Suelo

Presenta las mismas características que para la papa nativa.

❖ Temperatura

Cuadro 5.

Umbrales máximos y mínimos de la temperatura para papas mejoradas

Etapa	Temperatura (°C)				Fuente
	Mín.	Óptima		Máx.	
		Mín.	Máx.		
Germinación	13	20	22	30	Céspedes y Gallegos (2003) Loayza (1993) López <i>et al.</i> (1980)
Crecimiento	7	15	22	30	Loayza (1993) Céspedes y Gallegos (2003)
Tuberización	5	14	20	25	Egúsqiza (2000)
Temperatura nocturna		10	15		Amorós (1979) Céspedes y Gallegos (2003)

Fuente: Apoyo de Ing. Agrónomo Glicerio Canchari.

2.5.7. Cambio Climático y su importancia para la papa¹⁴

El cambio en el clima de estos últimos tiempos ha afectado severamente varios cultivos en todo el mundo. El estudio publicado por *info resources*¹⁵ estima que el 15% de las emisiones mundiales del gas de efecto invernadero son generadas por la agricultura y un 11% son producto de las deforestaciones, con el propósito de convertir al suelo en tierras agrícolas.

El cambio del clima puede afectar con más fuerza a las regiones del hemisferio sur, pues sus pobladores son altamente dependientes de la actividad agrícola.

En el caso de la papa, las condiciones para los productores han cambiado drásticamente por el clima. En épocas que usualmente se espera sol, llueve o graniza y se pierde el trabajo de al menos cinco meses, o baja el rendimiento por hectárea y esto acarrea pérdidas que los agricultores no pueden afrontar. Si la temperatura es alta por ejemplo, hay mayor transpiración vegetal, lo cual incrementa la demanda de agua de las plantas, esto ocasionará estrés hídrico en muchas de las zonas productoras más secas, causando una disminución de los rendimientos. En estas regiones, los rendimientos disminuirán aún donde no exista la posibilidad de riego, hasta el punto en que la siembra del cultivo de papa llegue a ser imposible. La disminución esperada de los rendimientos en varios países, particularmente, de regiones tropicales y subtropicales, llegará al 20-30%.

La temperatura nocturna tiene una influencia crucial en la formación de almidón en los tubérculos, siendo la ideal de 15 a 18°C. Cuando dicha temperatura supera los 22°C, el desarrollo de los tubérculos se ve severamente afectado; contrariamente, se espera que el cambio climático tenga un efecto favorable sobre los rendimientos en zonas de cultivo situadas a mayores altitudes. En muchas de estas zonas las condiciones climáticas para el cultivo de la papa están mejorando como consecuencia

del aumento de las temperaturas. Esto favorece los rendimientos y da lugar a una expansión de la producción hacia zonas más altas y situadas a mayor latitud, sin embargo, el cultivo en zonas altas produce la degradación de los suelos, asimismo, es de esperarse que con el cambio de clima se dificulte el control de plagas y enfermedades.

Esto constituye un limitante para la producción, pues bajo esas circunstancias, los productores lo pensarán dos veces antes de volver a invertir en la papa. A este problema se suma el elevado precio de los insumos, especialmente de los plaguicidas en su estructura de costos, lo cual vuelve más probable la sustitución de la actividad agrícola por otra que no dependa tanto de factores exógenos y que ellos pueden controlar.

Para los gobiernos, el cambio del clima supone un gran reto por garantizar la seguridad alimentaria, y para la economía implica un riesgo, puesto que para hacer una inversión, es necesario realizar previsiones a futuro y, en el campo de la agricultura, las condiciones se vuelven aún más inciertas.

El cambio del clima ha puesto en marcha varios proyectos en los que se ven involucrados investigadores de diversas áreas como biotecnología, agronomía, química, meteorología, economía, ingeniería, nutrición entre otras, con el fin de encontrar variedades de papa que sean más resistentes y de un ciclo más corto, realizar mejores predicciones climáticas que puedan alertar a los productores a tiempo, brindar asistencia técnica para que los agricultores mejoren las prácticas del cultivo, diseñar papas nutritivas que sean amigables con el medio ambiente, diseñar mejor tecnologías que faciliten el procesamiento y distribución del tubérculo y garantizar los derechos del consumidor.

(14) Devaux *et al*, 2010

(15) *Info resources* es un servicio de información, que funciona bajo la dirección conjunta de tres instituciones suizas con amplia experiencia en recursos naturales y cooperación internacional. http://www.inforesources.ch/pdf/focus08_1_s.pdf

2.6. CONDICIONES CLIMÁTICAS E HÍDRICAS DE LA PAPA EN EL VALLE DEL MANTARO (*Solanum Tuberosum*)

2.6.1. Factores que influyen en el cultivo de la papa

La decisión de los agricultores de sembrar papa y como sembrarla, estará siempre bajo la influencia de las condiciones ambientales. Estas condiciones también afectan los niveles de rendimiento y el uso posterior de la cosecha. Tres grupos de condiciones ambientales de primordial importancia son (Horton, 1992):

- Grupo I. Tiempo y Clima
- Grupo II. Suelo, fertilización y relieve
- Grupo III. Plagas y enfermedades

2.6.2. Condiciones Climáticas para la papa

Temperatura

La papa es una planta de clima templado frío, temperaturas favorables entre 13°C - 18°C, si la temperatura es muy elevada afecta la forma de los tubérculos y favorece formación de plantas y enfermedades, temperaturas de -2°C a -3°C destruye partes aéreas de la planta en la mayoría de las variedades. (Castillo, F; 2001)

La temperatura óptima para la fotosíntesis de la papa es entre 16°C - 25°C, sin embargo la producción de asimilados es más rápida en temperaturas en torno a 20°C, temperatura a la cual la tasa de fotosíntesis neta es mayor porque la tasa respiratoria aún se mantiene baja. A medida que se incrementa la temperatura, la fotosíntesis (asimilación neta) disminuye y la respiración aumenta progresivamente.¹⁶

La temperatura influye en la formación del tubérculo, ya que existe una interacción entre esta variable ambiental y la longitud del día

(16) Ku, Edwards; Tanner,C; "Effects of light, carbon dioxide and temperature on photosynthesis, oxygen inhibition of photosynthesis and transpiration in *Solanum Tuberosum* plant physiology " P868 – 872, 1977.

denominada termofotoperíodo. Los efectos de la temperatura y el fotoperíodo son cruciales al inicio del crecimiento temprano del tubérculo, es así que las condiciones más favorables para la tuberización y el crecimiento del tubérculo son días cortos y temperaturas nocturnas bajas (Kooman, 1994)

La planta debe recibir el estímulo de temperatura bajas (frio), las temperaturas ideales son entre 10°C - 20°C en la que la respiración es todavía lenta (Egúsqiza, 2000). Temperaturas superiores a 25°C reducen mucho los rendimientos. La amplitud diaria (diferencia entre temperatura máxima y mínima) debe estar entre 9°C - 13°C una amplitud mayor puede perjudicar el cultivo (Benacchio, 1983).

El número de tubérculos por planta es mayor con bajas que con altas temperaturas, mientras que las temperaturas altas favorecen el desarrollo de tubérculos grandes.¹⁷

Cuadro 6.

Datos de Temperatura para cultivo de papa en el valle del Mantaro.

Temperatura	Parámetros	Valores
Temperatura del Aire	Oscilación	5 – 30 °C
	Optima	17.5 – 18.5 °C
	Noches frescas	13 – 17 °C
Temperatura del Suelo	Óptima para buena tuberización	17 °C
	Se reduce la tuberización	Mayor a 25 °C

Fuente: Estudio Agrometeorológico del Valle del Mantaro, 1989. SENAMHI – DGA P 46, 134 pp.

En SENAMHI, 1989 se encontró las temperaturas mínimas perjudiciales para cada etapa fenológica de la papa:

Brotamiento: -2°C a -3°C.

Floración y Maduración lechosa: -1°C a -2°C.

(17) Arce, Alfonso F. "El cultivo de papa" (2002)

Precipitación

La deficiencia hídrica reduce el crecimiento del follaje y puede disminuir el porcentaje de asimilación de fotosintatos, debido al cierre estomático y la consiguiente disminución de la fase fotosintética al restringirse el paso del dióxido de carbono (CO₂). Un suelo con un déficit de agua en la etapa de formación y llenado del tubérculo afecta drásticamente el rendimiento; por el contrario, los tubérculos provenientes de suelos saturados de agua tienen un bajo porcentaje de materia seca (Herrera, 2000).

La cantidad y la repartición de agua o las lluvias habidas a partir de la floración determinan el tamaño de los tubérculos. Generalmente las lluvias bien repartidas de aproximadamente 800 mm/año redundan en los mejores rendimientos; sin embargo siempre es recomendable un suministro adicional de agua desde el periodo de formación de los tubérculos hasta fines de la floración, ya que en esta etapa el cultivo no tolera la sequía ni periodos cortos. La capacidad de campo (máxima retención de agua en el suelo) no debe ser menor al 50%.

2.6.3. Impacto de las sequías en la papa

El cultivo de papa requiere de un buen suministro de agua, tanto en cantidad como en distribución, y tolera poco la sequía. Sin embargo, excesos hídricos pueden ocasionar un pobre desarrollo radicular, pudrición de tubérculos y estimular enfermedades fungosas, indica que si la cantidad de precipitación es deficiente en el período final de crecimiento, se deben esperar rendimientos bajos. La etapa crítica en la cual la deficiencia de agua perjudica la producción es durante la formación de tubérculos (Amador, 1991).

Las variedades mejoradas de papa necesitan un riego frecuente y superficial. Para reducir la necesidad de agua, los mejoradores están produciendo variedades resistentes a la sequía, con raíces más largas.

2.6.4. Impacto de las heladas en la papa

Se conoce que el cultivo de papa es un cultivo de zonas frías o de aquellas donde se presentan periodos fríos, es decir el cultivo de papa requiere de frío para una adecuada producción, dicho requerimiento es propio de su origen andino.

Dependiendo del período de desarrollo de la planta de papa, las heladas pueden ocasionar daños en el follaje de los cultivos debido a las bajas temperaturas, ocasionando la destrucción total o parcial de las hojas; al suceder ello se altera el crecimiento de la planta, así como su actividad fotosintética lo que origina: menor actividad metabólica, daño en el foliolo, el encrespamiento de los ápices foliares, y en situaciones extremas: una necrosis severa y hasta la muerte total de la planta (Egúsquiza, 2000).

Egúsquiza señala diversas formas de prevención contra heladas para cultivo de papa:

❖ Siembras de papa nativa, mezcladas

La mezcla es una excelente manera de evitar plagas y enfermedades y es una adecuada estrategia para asegurar la producción de alimentos en caso de sequías, heladas, etc.

Las variedades amargas tienen la característica de ser más tolerantes a fríos extremos, pues suelen sembrarse a altitudes mayores a los 3500 msnm.

❖ Prácticas agronómicas como:

Elección apropiada del terreno (conociendo los antecedentes de heladas en terrenos mayores a 3000 msnm., preferir terrenos en

ladera, evitar suelos en “pampa” u “hoyadas”). Época de siembra (sembrar en épocas en que la ocurrencia de heladas no coincida con el periodo de pleno crecimiento de la papa). Tipo de variedad (variedades más tolerantes o resistentes a bajas temperaturas o elegir variedades tardías en el caso de siembra temprana debido a su mayor capacidad de recuperación).

Si se dispone de agua, mantener la humedad del suelo, regando inmediatamente después de ocurrida la helada.

Identificación de eventos de heladas con impacto en la agricultura en el valle del Mantaro:

Se identificaron 11 heladas que ocasionaron impacto en la agricultura, dichos eventos se desarrollaron entre octubre y abril.

Cuadro 7.

Eventos de heladas con impactos en la agricultura en el valle del Mantaro.

Años	Descripción	Bibliografía revisada
25/02/1971	Quemado de puntas de las hojas y muestra de flores de papa.	Wissar, 1972
20/12/1980	100% de daño en cultivos de papa en todo el valle.	Rosas, 1991 Villegas, 1991
10,11/12/1981	Destrucción de cultivos de Maíz en Jauja.	Chipana, 1995
7/11/1984	100% de daño en cultivos de papa en todo el valle.	Rosas, 1991 Villegas, 1991
28/11/1986	Destrucción de cultivos en la zona norte del valle.	Rosas, 1991
Campaña agrícola 89/90	Fuertes heladas y retraso de lluvias que afectaron extensas áreas de siembra de papa.	CEPES, 1989
20,21/04/1992	Destrucción de cultivos de Maíz en Jauja.	Chipana, 1995
17/01/2005	Helada – Daño agrícola en partes altas de las provincias de la sierra (Jauja y Yauli).	MINAG, 2005
23/11/2005	Impacto de heladas en Jauja, Chupaca,	CNR, 2005

15/10/2006	Huancayo, Concepción y otros.	MINAG, 2005
	Impacto de heladas afectan cultivos en Jauja, Junín, Chupaca y Concepción.	MINAG, 2006
17/02/2007	Cuantiosas pérdidas por helada en Junín.	MINAG, 2007
	Todas las provincias de sierra de Junín fueron afectados, los cultivos dañados fueron papa, maíz, haba, trigo y cebada.	Gob. Regional Junín El peruano 2007

Fuente: Transmonte, Grace. L (2009)

En las fechas mencionadas en el cuadro anterior, las temperaturas mínimas registradas en todas las estaciones de estudio fueron:

Cuadro 8.

Temperaturas mínimas (°C) que causaron daños en la agricultura

Fecha	Acostambo	Huayao	Ingenio	Jauja
25/02/1971		7.4		3.0
20/12/1980				1.5
7/11/1984		-1.7		
28/11/1986		-0.6		-1.4
10/12/1981				2.0
11/12/1981				2.5
20/04/1992	-3.4	-1.2		0.2
21/04/1992	-4.0	-1.9		-0.2
17/01/2005	0.6	0.9	0.9	1.2
23/11/2005	4.0	0.1	2.0	0.4
15/10/2006	-2.4	-0.2	-0.5	-0.2
17/02/2007	-2.4	-0.4	-1.3	-0.4
Fecha	Laive	San Juan de Jarpa	Viques	Santa Ana
No registraron eventos anteriores debido a que aun no iniciaban su operación de registro.				
20/04/1992				-0.3
21/04/1992				0.2
17/01/2005	2.0	0.8	4.0	1.8
23/11/2005	-3.8	0.4	3.0	-0.6
15/10/2006	-4.6	1.2	0.5	-1.5
17/02/2007	-4.2	-0.9	-1.0	-0.3

Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de SENAMHI.

2.7. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA AGRICULTURA

Los Sistemas de Información Geográfica están conformados por datos descriptivos y espaciales del mundo que a través de un software y un hardware nos permite capturar, analizar, almacenar y consultar datos geográficos para la toma de decisiones en temas de planificación y gestión del territorio.

Pero la definición de los SIG nunca ha sido una y tampoco ha sido constante, sino que ha sido definida por varias instituciones y especialistas directamente vinculados con la tecnología SIG a lo largo de los años, a continuación señalamos algunas de ellas:

“Un sistema que utiliza una base de datos espacial para generar respuestas ante preguntas de naturaleza geográfica (...). Un SIG general puede ser visto como un conjunto de rutinas especializadas que descansan sobre una base de datos relacional estándar.”

Goodchild, 1985

“Un SIG es un sistema de base de datos en que la mayor parte de los datos tienen incluido el aspecto espacial, y un conjunto de procedimientos que permiten responder preguntas sobre entes espaciales en la base de datos”.

Smith et al., 1987

“Es un sistema de hardware, software y procedimientos, diseñado para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos espacialmente referenciados (georeferenciados), para la solución de los problemas complejos del manejo y planteamiento territorial.”

Rhind David, 1989

“Conjunto de instrumentos y métodos espacialmente dispuestos para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar información relativa al territorio tanto en su aspecto puramente orográfico como en todo el conjunto de circunstancias ajenas al mismo.”

Mena Francisco, 1992

Como se observa realizar una definición de SIG, varía según sea el ámbito en el que se aplique, el objeto que se pretenda alcanzar o, el elemento que de él se quiera potenciar.

Por ello resulta interesante contar con una definición más aséptica, aplicable en cualquier momento y circunstancia, para tal fin exponemos la ofrecida por el Centro Nacional de Información y Análisis de EEUU (NCGIA) que define a los SIG como¹⁸:

“Sistemas compuestos por hardware, software y procedimientos para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado y representación y salida de datos espacialmente georreferenciados, preparados para resolver problemas complejos de gestión y planificación”

Goochild y Kemp, 1990¹⁹

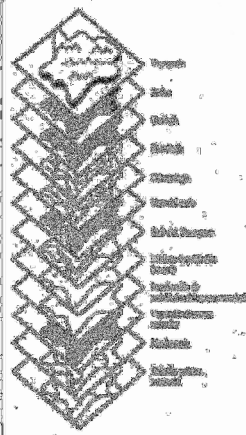
A continuación se esquematiza cinco ámbitos temáticos de las principales aplicaciones que se vienen trabajando actualmente con SIG. Las revistas, *Mapping, Ciudad y Territorio, Estudios Geográficos, Catastro, GIS Europe y GIS World* (entre las más importantes) son las que han aportado la información más puntual y actualizada sobre las aplicaciones que se están desarrollando con tecnología SIG.

(18) Tesis doctoral: Integración de Ortografía Digital en Sistemas de Información Geográfica y su Aplicación a la Revisión de la Superficie Catastral Rústica P42., pp.

(19) Goodchild, M.F. y Kemp, K., (coords) 1990: NCGIA Core Curriculum. Santa Barbará, National Center for Geographic Information and Analysis, 3 vols, citado por Comas, D. y Ruiz, E, 1993, pp.82.

Gráfico 09.

Información Geográfica y SIGs al uso

<i>Estratos de Información Geográfica</i>	<i>Ámbitos de Aplicación</i>	<i>SIG al uso</i>
	<i>Aplicaciones bióticas</i>	<i>Agricultura y Usos de Suelo Control de recursos naturales</i>
	<i>Aplicaciones de Administración y Control</i>	<i>Control Monitoreo y Gestión de Servicios Públicos Industria, Comercio Interior y Seguridad</i>
	<i>Aplicaciones Socioeconómicas</i>	<i>Censos y Estadísticas de Población Análisis de Movilidad</i>
	<i>Aplicaciones de carácter global</i>	<i>CLIMAT Bases de Datos Meteorológicas</i>
	<i>Aplicaciones de investigación científica</i>	<i>Proyecto Páramos</i>

Fuente: Adaptación de Comas, D. y Ruiz, E. (1993)

El objetivo que vincula y une a las distintas aplicaciones que se presenta en la tabla superior, no es otro que el de resolver situaciones complejas en cuanto a la toma de decisiones, convirtiendo la planificación en un proceso racional que busca ante todo optimizar los respectivos recursos.²⁰

A continuación solo se detallará acerca de las Aplicaciones Bióticas, debido a que su uso aplicando los sistemas de información geográfica es la que se relaciona a la agricultura, relacionándose más con el proyecto de investigación; sus campos de aplicación son los siguientes:

- Agricultura y Usos de Suelo

Una de las aportaciones más relevantes de los SIG en la planificación agrícola ha sido la generación de los llamados modelo de acogida de usos o modelos de impacto-aptitud.

Lo interesante de estos modelos es que son capaces de integrar, a partir de funciones de superposición, información de distinta procedencia (imágenes de satélite, información meteorológica.),

(20) María José Rodríguez Jaume, Modelos Sociodemográficos. Atlas Social de la Ciudad de Alicante (2000) 475pp, P238-239

una vez analizada la información el modelo generado, es capaz de determinar con exactitud y precisión situaciones complejas en cuanto a la toma de decisiones relativas al proceso de planificación y gestión, tales como: lugar óptimo para la plantación de determinado cultivo, volumen de la producción y calidad del mismo, momento óptimo de recolección.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizan datos espaciales y tabulados, por lo que resultan una herramienta bastante útil para los estudios de planificación agraria, sobre todo las investigaciones que incluyen modelos de variables numéricas con espacialización geográfica. La aplicación de los modelos SIG hace posible la producción de mapas con gran riqueza de detalle (Valeriano y Picini, 2000).

- Planificación de Espacios Naturales

Aquí se plantea el análisis, planificación y gestión de las infraestructuras de acceso y comunicación al interior de espacios naturales (como áreas naturales protegidas, zonas comunales y rurales).

La aplicación de estos análisis se puede dar a dos niveles: puede ser un análisis descriptivo de la situación; o bien, la información recogida se pone al servicio de evaluación de simulaciones de alternativas, con lo que se consigue la optimización de la gestión.

- Planificación Hidrográfica

Básicamente con los SIGs se maneja todo lo relacionada a la gestión hidrográfica pues implica la consideración de un importante volumen de datos extremadamente complejos, como: fisiografía, suelos, topografía, litografía, información de canales, embalses, represas y gran cantidad de datos climatológicos e hidrológicos (escala diaria y mensual).

- Planificación Medioambiental

En esta aplicación se desarrolla Sistemas de Información que respondan a las necesidades actuales de planificación para el desarrollo y gestión de recursos naturales de una zona en particular.

El carácter multidisciplinar e integral es una de las características de este tipo de planificación y esto surge debido a la pluralidad de técnicos que participan (informáticos, físicos ingenieros,...), y la gran cantidad de base de datos con las que se trabaja (sociales, económicas, uso de suelo, relieve,...); todo esto brinda soluciones a los diversos problemas medioambientales, realizándose una adecuada gestión.

Cuadro 9.

Sistemas de Información Geográfica en la Gestión de Recursos Naturales

Ámbitos	Acciones
Planificación agrícola	1.- Generación de modelos de acogida de usos o modelos de impacto-aptitud; 2.- Facilita la toma de decisiones respecto a: planificación de usos del suelo; volumen de producción y calidad; momento óptimo de recolección,...
Planificación hídrica	1.- Generación de modelos hídricos; 2.- Estos modelos proporcionan: un mejor análisis descriptivo de la situación; simulación de futuras situaciones hidrológicas; y, evaluación y prevención de la dinámica de los distintos procesos; 3.- Consulta y actualización de la información almacenada a tiempo real
Planificación de espacios naturales	1.- Análisis de usos y funcionamiento de infraestructuras en relación a las actividades desarrolladas en estos espacios; 2.- Planificación en la localización de recursos (aparcamientos, áreas de descanso,...); 3.- Análisis de accesibilidad y comunicación entre los distintos recursos del área y su zona de influencia; 4.- Análisis de circulación e impacto de vehículos en el área; 5.- Control y vigilancia de vehículos visitantes y actividades asociadas: optimización de los recursos de vigilancia; 6.- Definición de modelos capaces de desarrollar las anteriores aplicaciones; 7.- Generación de modelos digitales del terreno (MDT) para la resolución de problemáticas complejas: localización óptima de usos en términos de desplazamientos, intervención y de impacto visual
Planificación Medioambiental	1.- Interrelación de información almacenada en distintas bases de datos, de tal manera que los modelos definidos se acercan más a la realidad; 2.- Simulación de los fenómenos analizados; 3.- Comprensión de la dinámica de los fenómenos; 4.- Evaluación de posibles consecuencias: prevención.

Fuente: Modelos Sociodemográficos. Atlas Social de la Ciudad de Alicante (2000)

Capítulo III.

DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

El valle del Mantaro se encuentra ubicado en la parte central del Perú en la región Junín entre las Cordilleras Occidental y central de los Andes, inmediatamente después del nudo de Pasco.

Comprende las provincias de Jauja, Concepción, Huancayo y Chupaca, abarcando más de 60 distritos.

Cuadro 10.

Relación de Provincias y distritos que conforman el Valle del Mantaro

Provincia	Distritos	
HUANCAYO	Huancayo	Pilcomayo
	Chilca	Pucara
	Chupuro	Quichuay
	Cullhuas	Quilcas
	El Tambo	San Agustín
	Huacrapuquio	San Jerónimo de Tunan
	Hualhuas	Saño
	Huancán	Sapallanga
	Huayucachi	Sicaya
	Ingenio	Viques
CONCEPCIÓN	Concepción	Mito
	Aco	Nueve De Julio
	Chambara	Orcotuna
	Manzanares	Santa Rosa de Ocopa
	Matahuasi	
JAUJA	Jauja	Muqui
	Acolla	Muquiyauyo
	Apata	Paca
	Ataura	Paccha
	El Mantaro	Pancán
	Huamali	Parco
	Huaripampa	San Lorenzo
	Huertas	San Pedro de Chunán

	Julcán	Sausa
	Leonor Ordóñez	Sincos
	Marco	Tunan Marca
	Masma	Yauli
	Molinos	Yauyos
CHUPACA	Chupaca	Huamancaca Chico
	Ahuac	San Juan de Yscos
	Chongos Bajos	Tres de Diciembre
	Huachac	

Fuente: Carta Nacional 1: 100 000 (cuadrantes: 24-m, 24-l, 25-m)

3.1.2. Ubicación Geográfica

El Valle se encuentra localizado en la Zona Nro. 18 entre las coordenadas 450 000 a 488 000 oeste y 8 650 000 a 8 700 000 sur.

Las coordenadas geográficas para el Valle del Mantaro son:

11° 39' 40" a 12° 14' 00" latitud sur

75° 06' 00" a 75° 35' 00" longitud oeste.

Tiene una dimensión de aproximadamente 76 Km. de largo, la parte más angosta de 5 Km. y de 19 Km. la parte más ancha aproximadamente. Comprende un área de 916.74 Km².

Su altura sobre el nivel del mar abarca desde los 3.200 hasta los 3600 msnm (Ver mapa N°1).

3.1.3. Accesibilidad

La red de accesibilidad que une Lima con el Valle del Mantaro se da a través de tres maneras:

Una de ellas es a través de la Carretera Central asfaltada ingresando por la parte norte, por la provincia de Jauja, unen Concepción a Huancayo y luego prosigue en dirección sur a Huancavelica. En la ruta existe un paso de altura, el abra Anticona (Ticlio, a 4818 msnm.) entre Matucana y La Oroya; al llegar a La Oroya se divide en dos ramales, la rama sur que va a Huancayo, y la rama norte que entra a Cerro de Pasco.

A la altura del kilómetro 77 de la ruta que parte de La Oroya, la carretera a Huancayo se divide en dos vías completamente asfaltadas que acompañan al río Mantaro recorriendo sus dos márgenes. Las dos forman un circuito que se cierra 43 kilómetros más adelante, en la misma ciudad de Huancayo, es en este lugar conocido como Puente Stuart, que el valle alcanza su máxima amplitud (Ver mapa N° 3)

Margen Izquierda

La vía que corre por la margen izquierda (orilla este del río) es la más utilizada y también la más recomendada, ya que atraviesa los poblados más importantes de este valle, iniciando con la ciudad de Jauja, los centros poblados de Ataura, Huamali y Matahuasi, desde aquí parte una de las rutas de ingreso a Santa Rosa de Ocopa y la ruta de penetración a la selva (Satipo). Continuando hacia el sur se encuentra la ciudad de Concepción, aparece luego el desvío a San Jerónimo de Tunan, finalizando con Huancayo.

Margen Derecha

La vía que corre por la margen derecha es menos transitada y bastante más tranquila que la anterior.

El primero de los poblados que cruza esta vía es Huaripampa, seguidos de Muquiyauyo, Muqui, Huancani.

Luego pasa por Sincos, Mito, Orcotuna, Sicaya (kilómetro 35) y llega a Huancayo.

La segunda opción es viajar a través del Ferrocarril Central Andino, que sigue en línea paralela la Carretera Central siguiendo la misma ruta que esta.

Y por último se encuentra la vía aérea toma 45 minutos de viaje aproximadamente para llegar a la ciudad de Jauja, que es donde se

encuentra el único aeropuerto ubicado dentro del valle del Mantaro.

Se cuenta además con carreteras afirmadas que lo conectan con distintas partes del país:

- Por el norte con la ciudad de Tarma y el valle del río Chanchamayo.
- Por el este con el valle de Satipo.
- Por el oeste con Yauyos y valle del río Cañete.
- Por el sur con la región Huancavelica.

Foto 2.

Río Mantaro, entrando al valle del Mantaro por el norte, Jauja.



Foto 3.

Vista del río Mantaro por el sur, Huancayo.



3.2. ASPECTOS FÍSICOS

3.2.1. Clima

El valle del Mantaro según la clasificación de Thornthwaite presenta un clima frío húmedo. En este sector, las precipitaciones ocurren en verano y son fundamentalmente orográficas; es decir, resultantes de la condensación del vapor de agua de la masa de aire que al elevarse va descargando gran parte de esta humedad, especialmente en las vertientes orientales de la cadena de altas montañas y en los valles interandinos. Bajo estas condiciones climáticas se emplazan ciudades importantes como Jauja, Concepción, Chupaca y Huancayo.

A. Variabilidad temporal de las temperaturas máximas y mínimas

Se analizó información de temperaturas máximas y mínimas promedio mensual y anual de 8 estaciones meteorológicas (ver cuadro 27).

Entre las estaciones analizadas se encuentra Huayao, que cuenta con una de las series meteorológicas más largas (1921 al 2009) de las zonas andinas y rurales del Perú.

Las series de datos fueron procesadas en el programa estadístico SPSS 17.0, además se utilizó el Excel 2007 y MATLAB R2010.

Temperatura Máxima

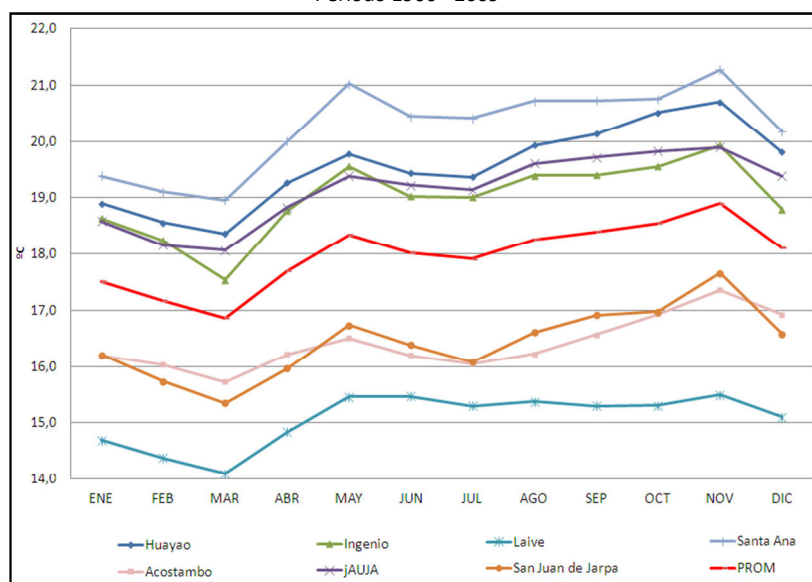
En promedio para el valle (gráfico N°10), las temperaturas máximas presentan el valor más bajo durante el mes de marzo (16.9°C) y el más alto en noviembre (18.9°C), con otro pico alto en mayo (18.4°C).

Climatológicamente, es en verano cuando ingresa la mayor radiación solar y las temperaturas máximas deben alcanzar sus valores más altos, pero en el caso de las zonas andinas como la cuenca del río Mantaro, los meses de enero a marzo están

asociados al periodo de máxima nubosidad y precipitación (IGP, 2005c), las cuales forman una fuerte barrera para la penetración de la energía solar hacia la superficie, por lo que la temperatura durante el día no es muy alta, pero esta misma nubosidad durante la noche absorbe la energía emitida por la Tierra, haciendo que las noches sean menos frías. De esta manera, se logra que las temperaturas máximas tengan su pico en noviembre y mayo, debido a que se suma la condición de menor cobertura nubosa, mayor ingreso de radiación solar y mayor calentamiento atmosférico (Silva, 1991; Villegas, 1991).

Gráfico 10.

Variabilidad mensual de las temperaturas máximas en el valle del Mantaro.
Período 1960 - 2009



Fuente: SENAMHI

La evolución mensual descrita anteriormente se presenta similarmente a lo largo del valle con algunas variaciones en su intensidad; más frías en Laive y más cálidas en Santa Ana.

La mayor variación de las temperaturas máximas se da, por lo general, entre los meses de enero, febrero o entre octubre y diciembre; por el contrario, la menor variabilidad se observa en pleno invierno, entre junio y julio, es decir, el comportamiento

de las temperaturas máximas en invierno es más estable; mientras que durante el verano (periodo de lluvias) es más variable (Silva, J. *et al.*; 2010).

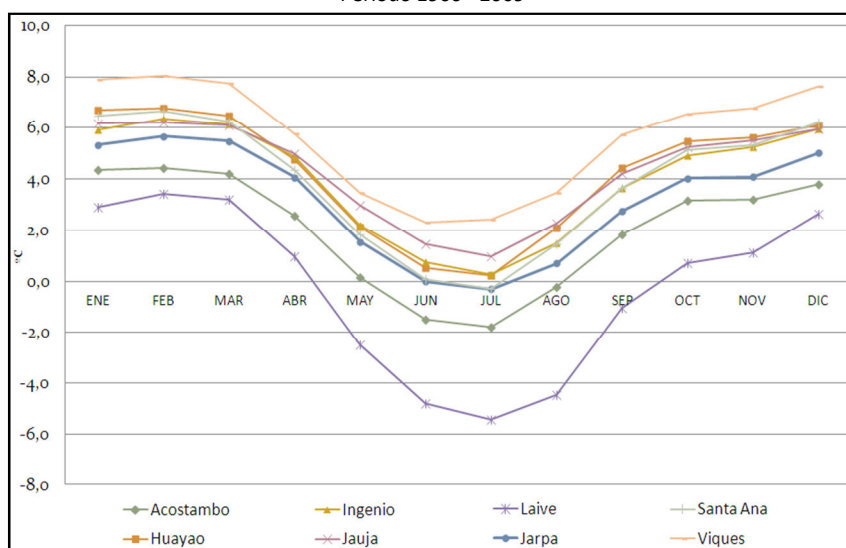
Ver anexos, para observar el comportamiento a nivel anual de la temperatura máxima.

Temperatura Mínima

Para el valle del Mantaro, las temperaturas mínimas presentan los mínimos valores durante la estación de invierno (junio, julio y agosto), siendo el valor más bajo -5.4°C en julio; y otro de valores máximos en verano (enero y marzo), con valores que llegan hasta 8.0°C .

Gráfico 11.

Variabilidad mensual de las temperaturas mínimas en el valle del Mantaro.
Período 1960 - 2009



Fuente: SENAMHI

Los valores más altos de la temperatura mínima se dan en la estación de Viques, siendo en junio 2.3°C y en febrero a 8.0°C .

Santa Ana es la estación que se encuentra dentro del valle del Mantaro y presenta las temperaturas más bajas, con valores de -0.3°C para julio.

La mayor variabilidad de las temperaturas mínimas se da en los meses de invierno (junio-agosto), época donde son más frecuentes las heladas en la región, y la menor variabilidad se da durante el verano, de enero a marzo (IGP, 2005c).

Ver anexos, para observar el comportamiento a nivel anual de la temperatura mínima.

B. Variabilidad temporal de la precipitación

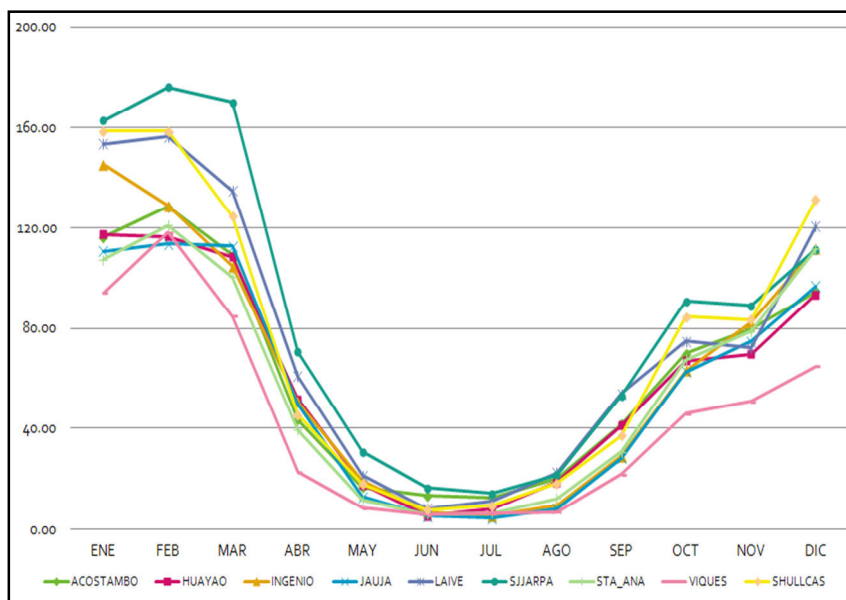
Una de las variables climáticas de relevancia es sin duda la precipitación, debido a la gran importancia que ésta tiene en las actividades humanas, principalmente en la región de los Andes peruanos, como la cuenca del río Mantaro, ya que casi el 80% de la agricultura se desarrolla a secano. Las variaciones en la cantidad y distribución espacial y temporal de las lluvias pueden afectar de diversas maneras las actividades humanas, pero principalmente la agricultura, siendo las sequías uno de los mayores peligros climáticos en esta región (IGP, 2005b).

Las precipitaciones en la Cuenca del Mantaro comprenden dos periodos bien definidos en el año, un periodo húmedo o lluvioso que se inicia en septiembre y termina en abril del siguiente año y un periodo de estiaje o de ligeras precipitaciones, que comprende desde mayo hasta agosto. Dentro del período lluvioso, en casi toda la cuenca, los meses de mayor precipitación corresponden a los meses de verano, siendo febrero en unos y marzo en otros el mes en donde se registran las precipitaciones más altas (ver gráfico N°12).

Los meses de menor precipitación, correspondientes al periodo de estiaje, coinciden con la estación de invierno, siendo el mes de julio donde se registran las precipitaciones más bajas.

Gráfico 12.

Variabilidad mensual de la precipitación en el valle del Mantaro (mm).
Período 1960 - 2010



Fuente: SENAMHI

3.2.2. Hidrografía

La hidrografía gira en torno de la red hídrica de la cuenca del río Mantaro, este río drena las aguas del lago Junín.

El río Mantaro tras dejar el lago Junín, presenta un recorrido noroeste-sureste conforme a la orientación de los materiales geológicos. Gran parte de la dirección de su curso obedece al seguimiento de líneas de fallas geológicas.

En el sector noroeste se encuentran las dos lagunas de mayor longitud que se encuentran dentro del valle; la laguna Paca y la laguna Tragadero (considerado bofedal por algunos autores), esta última forma la quebrada Huariochacán, cuya dirección de drenaje obedece a una falla que atraviesa la cordillera de Huaytapallana.

Las quebradas y riachuelos confluyen hacia el río Mantaro irrigando todo el valle. Seis son en total los ríos que drenan en el Valle del Mantaro, de los cuales el Yacus, Seco, Achamayo, Shullcas y

Chanchas lo hacen por la vertiente o ladera oriental, es decir, descienden desde las cumbres de la cadena montañosa orientales; mientras que el río Cunas desciende desde las cumbres de la montaña occidental.

Todos estos ríos describen subcuencas de diferentes formas y características. Así tenemos que las terrazas de la margen derecha son irrigadas con aguas del río Cunas, en esta margen no se encuentran muchos ríos pero si innumerables quebradas como Jilco, Huinaca, Sasaja, Shuto, Abrachica, etc.; mientras que las vertientes y las terrazas de la margen izquierda (incluyendo alrededores de Jauja y Huancayo) son alimentadas por los cursos de agua que nacen de las lagunas y nevados ubicados en la cordillera del Huaytapallana, siendo el Shullcas el más importante.

En la cuenca del Mantaro, el déficit de precipitación es un riesgo socioeconómico de primer orden, pues ésta es una región estratégica para la seguridad energética y alimentaria del país, ya que genera el 35% de energía eléctrica del país y la intensa actividad agrícola del valle provee de alimentos a Lima.

Se muestra a continuación los caudales promedio (m^3/s) de los principales ríos que drenan hacia el valle del Mantaro.

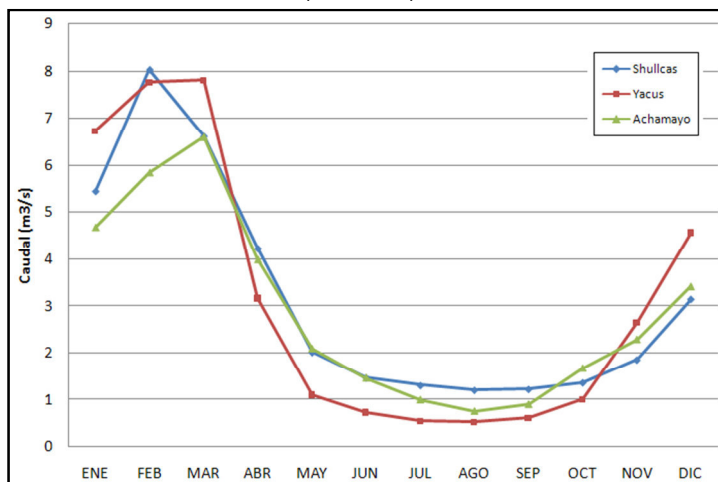
Rio Yacus. Es una sub-cuenca típica que ha llegado al agotamiento de sus recursos hídricos en el periodo de estiaje, y que tiene fuertes demandas poblacionales y agrícolas que actualmente no son atendidas.

Rio Achamayo. Presenta un uso intensivo y multisectorial del agua. Los recursos hídricos en especial en los periodos de estiaje no cubren los requerimientos de los diferentes sectores de la cuenca, existe fuerte déficit del agua.

Es notable el uso no consuntivo del agua representado por el uso energético en la Central Hidroeléctrica de Ingenio.

Gráfico 13.

Caudales de ríos Shullcas, Achamayo y Yacus en m^3/s
(1985-2009)



Fuente: ANA (2010)

Río Shullcas. Sus nacientes se encuentran sobre los 4 750 msnm y su desembocadura en la confluencia con el río Mantaro se da sobre los 3 200 msnm. En la parte baja o curso inferior, esto es, en el cono de deyección del río Shullcas se emplaza el centro poblado más importante de la región central del país, nos referimos a Huancayo.

Las aguas del río Shullcas constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Huancayo mediante la Planta de Tratamiento de SEDAM-Huancayo, con una dotación promedio de 400 litros por segundo; además, casi 2 mil hectáreas ubicadas en ambas márgenes del río Shullcas son atendidas a satisfacción por los cultivos instalados (SENAMHI, 2009b), también encontramos otros ríos como Huambo, Yacuy, Molinos, Masma, Seco, Chicche, Chia, Viscas, Chacclas y Chanchas. (Ver mapa N°02)

3.2.3. Geología

El valle del Mantaro comprende casi toda la depresión Jauja–Huancayo, conformado por espeso relleno cuaternario correlativo de la primera, segunda y tercera glaciación con una superficie casi horizontal.

Por el lado este del valle, en las partes altas presenta formación correspondiente al Devoniano, perteneciente a la era del paleozoico.

Por el lado oeste del valle, en las partes medias y altas se encuentra formaciones pertenecientes al triásico superior y jurasico inferior así como también del terciario pleistoceno.

Observar mapa N°19

Se encontró la siguiente estratigrafía:

Grupo Excélsior

El grupo Excélsior solamente aflora en la Cordillera Oriental, es decir en la parte SE del valle del Mantaro. Se compone de sedimentos de tipo “flysh”²¹ y de una menor cantidad de pizarras con intercalaciones de cuarcitas.

Los sedimentos que componen el grupo están bien expuestos en el núcleo del gran anticlinal de Huancayo.

Grupo Mitu

El grupo se presenta con su facies clásica conocida a través de los Andes; esto es conglomerados, areniscas, lutitas y lavas acidas a intermedias, teniendo en común todas estas rocas un color dominante que varía entre ladrillo y el violeta.

(21) “Flysh”: En el anticlinal de Huancayo son muy comunes secuencias monótonas compuestas por bancos de areniscas de color gris oscuro o negro, separado por lechos de lutitas micáceas negras. En la mayoría de los afloramientos las rocas están muy alteradas, allí las areniscas se han tornado de color ocre- caqui y las lutitas blanquizas a lilas.

Cuadro 11.
Columna Litoestratigráfica del valle del Mantaro

Era	Sistema	Serie	Tiempo (millones de años)	Unidades estratigráficas	Litología
Paleozoico	Devónico	Inferior	380 a 400	Grupo Excelsior	Cuarcitas, conglomerados.
		Medio Inferior		Formación Concepción	Series tipo flish con areniscas lutitas pizarras. Granitos.
	Carbonífero	Superior	270 a 350	Grupo Tarma	Serie lutitas Inter arenosa calcárea limolitas
	Pérmico	Superior	250 a 240	Grupo Mitú	Conglomerados Areniscas lavas porfiriticas andesíticas
				Riolitas y docitas	
				Porfiroides	
Mesozoico	Triásico	Superior	230 a 200	Formación Chambará	Calizas
	Jurásico	Inferior	200 a 150	Formación Aramachay	Calizas arenosas bifuminosas
			150 a 100	Formación Condorsinga	Calizas
Cenozoico	Terciario	Plioceno basal	12 a 26	Formación Ushno	Conglomerados fluviales
		Plioceno inferior		Formación Mataula	Arenas y limos poco consolidados
	Cuaternario	Pleistoceno	12 a 2.5	Formación Jauja	Lutitas Conglomerados arcillas
		Holoceno 1era. glaciación	Reciente	Terrazas y depósitos fluvio-glaciares	Arena, gravas y limos
		Holoceno 2da. glaciación			
		Holoceno 3era. glaciación			
		Holoceno Reciente			

Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

Grupo Pucará

Compuesto mayormente por calizas, desempeñando un importante papel en la morfología.

El Grupo Pucará se puede dividir en tres unidades litoestratigráficas:

- Una unidad inferior de 181.5m. de grosor, bastante mal expuesta, que se compone de calizas bandeadas en la base.
- Una unidad media de 47m. de espesor formada de areniscas calcáreas negras con nódulos discoidales de caliza.
- Una unidad superior de 197.5m. de potencia compuesta de calizas grises compactas.

Estas unidades también se encuentran en el Tramo La Oroya- Jauja del valle del Mantaro y en la Cordillera Oriental, lo que prueba el carácter regional de esa división. A cada unidad se le asigno el rango de Formación, denominándolas Chambará, Aramachay, Condorsinga respectivamente, teniendo en cuenta que en las localidades del mismo nombre es donde se encuentra afloramientos y secciones típicas.

- Formación Chambará

Esta formación es exclusivamente calcárea.

- Formación Aramachay

Sus afloramientos corresponden a zonas blandas cubiertas por pastos y cultivos, enmarcadas entre los afloramientos rocosos de las formaciones Chambará y Condorsinga. Esta morfología particular, color negro de las areniscas calcáreas y su color de alteración beige a morado, así como la presencia casi general de nódulos calcáreos discoidales, permiten reconocer fácilmente la formación. Presenta además lutitas negras y material rico en fosfatos.

- Formación Condorsinga

La formación consta esencialmente de calizas con algunas intercalaciones de cineritas y margas. Su litología es monótona y sobre todo su piso se ha expuesto pocas veces, manteniendo su espesor constante.

Grupo Jauja

La formación es claramente más antigua que las terrazas aluviales.

La serie es mayormente arcillosa aunque también se encuentran conglomerados, areniscas arcillosas de grano fino, de color claro.

En la parte noroeste del valle del Mantaro, la formación Jauja está bien desarrollada en ambas márgenes del río Mantaro aguas arriba de su entrada a la depresión Jauja – Huancayo, donde se reconocen las dos formaciones Ushno y Mataula.

- Formación Ushno

Está compuesta por conglomerados fluviales con predominio de cantos de las formaciones carbonatadas Triásico - liásicos y de conglomerados de la superficie a la interperie es cubierto por una costra carbonatada blanquecina, y brechas con abundante matriz lodosa traídos por corrientes lodosas, en los cuales predominan los cantos de rocas paleozoicas.

- Formación Mataula

Generalmente comprende; capas lacustres blancas a amarillentas, arenas y areniscas poco consolidadas frecuentemente de color rosado y conglomerados fluviales.

Formación Concepción

Presenta todas las polaridades sedimentológicas lo cual manifiesta una actividad tectónica de la cuenca. Presenta lutitas con areniscas.

En los afloramientos del flanco este del valle del Mantaro esta formación es bastante potente contrastando claramente con las capas de areniscas y conglomerados sobre todo en las laderas próximas a Yauli, Molinos, Ataura, Apata, Concepción y San Jerónimo.

Depósitos correlativos de la 1era glaciación o glaciación “Mantaro”

Morrenas g1

Los depósitos de esta glaciación se encuentran presentes arriba de los 3500 m. y se reconocen por su frecuente y pronunciado encostramiento, su lixiviación y alteración local. La morfología típica de las morrenas, tales como crestas, arcos, etc., ha sido destruida en la mayoría de los casos por la erosión posterior.

Su litología, tal como se observa en algunos cortes, consiste de bloques hasta de varios metros cúbicos, dispersos al azar en una matriz de bloques más pequeños y gravas sin clasificación; el color dominante del conjunto es blanco.

Terrazas t1

Esta se ubica a unos 35 a 40 m. encima del nivel del río Mantaro.

Esta terraza ocupa importantes áreas en la parte SO de la cuenca de Huancayo-Jauja, por ejemplo en la zona de Chambara – Huachac – Chongos Bajo.

Está compuesta mayormente por conglomerados de cantos bien rodados, la superficie de esta terraza se halla a menudo encostrada y a veces en profundidad se la nota cementada por calcáreo.

Esta terraza ha sido afectada por los movimientos tardíos de la Tectónica Andina.

Escombros de ladera y deslizamiento (e1 – d1)

Muchas de las pendientes circundan la depresión de Huancayo o limitan los valles del río Mantaro y sus afluentes, están cubiertas por gruesas capas de escombros (e1) y a veces por materiales de deslizamientos (d1) que se reconocen por su cementación por calcáreo y su fuerte encostramiento superficial.

Los escombros e1, son de origen periglaciárico y consisten de cantos angulosos de tamaño variado, paralelos a la pendiente.

Depósitos correlativos de la 2da glaciación

Terrazas y conos de deyección t2

Está situada 14 a 20 m. encima del nivel del río, bien desarrollada y que se extiende a la parte norte de la depresión; en su superficie están construidas Concepción y Jauja.

Las terrazas están constituidas por conglomerados sueltos, formados por cantos bien rodeados hasta 20 cm. de diámetro y por bancos de arena que localmente pueden invadir gran parte de la secuencia; en la zona de Huacrapuquio se observa areniscas arcillosas y arcillas, ambas de color rosado.

Las arenas de la terraza t2, de Sicaya parecen ligadas a la presencia de los conos de deyección de los ríos Shullcas y Cunas, que se hallan frente a frente a pocos Km. aguas abajo; el crecimiento de los conos por el aporte masivo de los ríos habría levantado localmente el nivel del cauce del Mantaro, disminuyendo su pendiente y capacidad de transporte.

En la depresión de Huancayo se notan los restos de algunos conos de deyección (t2), el más importante es el cono del río Shullcas, en cuya parte meridional esta edificada la ciudad de Huancayo.

Depósitos correlativos de la 3era glaciación y depósitos recientes

Terrazas t3 y aluviones recientes

Situada de 4 a 8 m. encima del nivel del río, utilizada todavía para la agricultura.

La terraza t3 es la más baja y con varios niveles escalonados entre 4 y 7 m. encima del nivel del río Mantaro. Su material, bien redondeado y lavado, consiste en gran parte de cantos arrancados a terrazas más antiguas. El lecho de inundación del río Mantaro está ocupado por un material aluvial más reciente, que por lo general no está colonizado por la vegetación; proviene mayormente de materiales aluviales anteriores derivados de las terrazas t2 y t1.

Terra Rossa

Estas acumulaciones arcillo-arenosas de color rojo muy vistoso se consideran como paleosuelos. Se presentan como coluvios en la parte baja de las laderas calcáreas; es probable que en parte correspondan a la descalcificación de las calizas y en parte a residuos de alteración de formaciones superiores hoy erosionadas.

Depósito Fluvial

Lecho mayor del río Mantaro, formado por bancos de arena, cascajo y cantos poco colonizados por la vegetación.



Foto 4.

Distrito de Pucara, Provincia de Huancayo parte sur del Valle.

Se observa talud suelto compuesto por material cuaternario. Además se observa horizontes del suelo A y B.

Foto 5.

Distrito de Chupuro, Provincia de Huancayo parte sur del Valle.

Se observa en las partes altas la erosión del suelo y formación de cárcavas. Rodeado de rocas calcáreas.

Alto peligro geológico por viviendas existentes cerca a material suelto con una fuerte pendiente.



3.2.4. Geomorfología y Fisiografía

La geomorfología del valle del Mantaro, se encuentra en su mayor parte ocupada por la depresión Jauja – Huancayo y otras formas que se detalla a continuación (Ver mapa N° 18):

A. Depresión Jauja – Huancayo (Fv2-a)

La depresión Jauja-Huancayo es alargada en dirección NW-SE; tiene una longitud aprox. de 70 Km. Con un ancho que varía entre 3 y 15 Km. El río Mantaro la atraviesa a “*grosso modo*” siguiendo su eje. El fondo de la cuenca esta tapizado por espesas formaciones cuaternarias que constituyen un sistema de terrazas escalonadas, localmente interrumpidas por los conos aluviales de los afluentes del Mantaro; las terrazas más antiguas están afectadas por flexuras y pliegues bien caracterizados.

La depresión correspondería a un “*sinclinal*” de gran radio de curvatura que habría deformado la superficie “Puna”.

Son superficies planas ligeramente inclinadas u onduladas, disectadas, de 0 a 4% de pendiente, con una importante proporción de terrenos de menos de 2%.

El potencial de estas áreas está limitado por las características ácidas de los suelos y por el alto contenido de arcilla que le confiere cierta impermeabilidad.

B. Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada (Vs1-d)

Tiene topografía poco accidentada pero con procesos geológicos y geomorfológicos de escorrentía superficial, de acarreo, derrubio, formación de barrancos, riadas de barro, corrimientos de tierra, resumidos en deslizamientos, asentamientos, reptación de suelos y desplomes. Pendiente entre 25 a 50%

Actualmente estas áreas están dedicadas a la agricultura extensiva principalmente, pero también existen áreas dedicadas al pastoreo

extensivo, lo que trae como consecuencia una erosión muy acelerada, porque los usuarios aun no practican medidas conservacionistas.

La población herbácea, arbustiva y arbórea es muy escasa, factor que contribuye a que la zona sea muy propensa a cambios geomorfológicos frecuentes. Se observa estas características en la parte sur del valle.

C. Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vs2-d)

Tiene topografía relativamente accidentada. Corresponde a sectores de pie de vertiente, donde la presencia de rocas blandas y depósitos aluvio coluviales permitió la formación de valles relativamente amplios, y a zonas convexas y cóncavas que sirven de líneas de división entre las diversas terrazas existentes en el lugar.

La erosión actual está ligada a la actividad agrícola y pecuaria, ya que es intensamente utilizada sin mayor criterio conservacionista. Los surcos y cárcavas son frecuentes, y los efectos del escurrimiento difuso se generalizan; de otro lado, hay pequeños movimientos de masa, como reptación de suelos y deslizamiento muy localizados a poca distancia y se presentan en los sectores de poca pendiente, a causa de la excesiva humedad acumulada en suelos arcillosos y que es provocada por el riego no controlado. Estas formaciones se observa en la parte central del valle.

D. Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs2-e)

Son superficies de relieve accidentado que corresponden a las estribaciones de la cordillera occidental andina y a las formaciones rocosas de la antigua cordillera costanera. La pendiente predominante es mayor a 50°. Las vertientes son de constitución rocosas con cubiertas coluviales muy superficiales a excepción de ciertos bordes litorales donde la cobertura de meteorización se

incrementa con acumulaciones eólicas. Estas características se observa en los límites del valle.

E. Vertiente allanada (Vsa-b)

Son sectores de topografía llana a ligeramente ondulada a disectada (pendiente de 4° a 15°), que se encuentran dispersos en la parte media de la micro cuenca.

Corresponden tanto a sectores donde la excavación cuaternaria de los valles permitió el explayamiento relativamente amplio de depósitos aluviales, como al desarrollo incipiente de superficies de erosión locales a partir de la base de las vertientes; en ambos casos, los terrenos se conforman de materiales coluvio-aluviales de grava, arena, limo y arcilla dispuestos de manera heterométrica.

La poca pendiente, así como la reducida actividad morfológica de las vertientes aledañas hace que aquí la erosión actual sea bastante restringida, salvo el caso localizado de los terrenos de mayor pendiente y accidentes topográficos, donde se aprecian acciones de escurrimiento difuso y en surcos, así como el desarrollo de pequeñas cárcavas; asimismo hay fenómenos erosivos localmente importantes en los bordes ribereños. Esta formación se encuentra en la parte central del valle.

F. Vertiente allanada a disectada (Vso-c)

Son superficies relativamente accidentadas donde las pendientes predominantes están comprendidas entre 15 y 25%, con numerosos sectores llanos y escarpes subverticales. Su origen está ligado a los materiales provenientes de la destrucción parcial por la erosión, tramo de los antiguos aplanamientos terciarios de la zona andina como de las mesetas volcánicas pre-cuaternarias del sur del país.

El potencial de estas zonas presenta ciertas limitaciones, principalmente debido a las bajas temperaturas, fuertes pendientes, suelos superficiales y fenómenos de erosión.

3.2.5. Suelos

En un informe de SENAMHI (1989), sobre el valle del Mantaro, los suelos por su origen se dividen en:

Suelos de origen aluvial: originados a partir de materiales acarreados y depositados en ambas márgenes del río y tributarios en las llamadas terrazas altas, media y baja, que constituyen fisiográficamente el paisaje de la gran llanura aluvial. Los suelos de la terraza baja lo constituyen considerables áreas con problemas de mal drenaje, sometidos a inundaciones estacionales y no presentan ningún desarrollo genético que las terrazas altas si la presentan.

Suelos de origen coluvio – aluvial: formados a partir de materiales fluviónicos que por acción de la erosión hídrica y la gravedad en ambas vertientes, se depositaron en los bordes del valle, principalmente en el abanico aluvial de los tributarios del río Mantaro. Se caracterizan por un buen drenaje, textura que varía de media a fina y modificadores texturales en bajo porcentaje, constituyendo los mejores suelos, aunque cubren áreas en mucha menor proporción que aquellos de origen aluvial.

Suelos de origen residual: desarrollados a partir de calizas, areniscas, andesitas, granitos, etc. Cubren las laderas faldas y cimas de colinas y el paisaje montañoso, de topografía compleja y amplio rango de pendientes.

En general, donde existe suelo, este es muy delgado y sumamente erosionado. La agricultura se restringe a pequeñas manchas de suelos de origen coluvial.

De acuerdo al mapa de Suelos del Perú, a la zona del valle le corresponde una combinación de Cambisoles eutrícos y leptosol eutríco.

Cambisoles eútricos, tienen una saturación en bases del 50% al menos entre los 20 y 50 cm. de la superficie. No son calcáreos, ni presentan colores rojos. Se desarrollan sobre materiales detríticos, ligados a depósitos coluviales; algunos de ellos se encuentran abancalados para el cultivo y con materiales aportados por el hombre. Empleo: son suelos dedicados al cultivo en su casi totalidad, a excepción de algunos que se encuentran bajo matorrales o pequeños bosques en regeneración, pero que se trata de antiguas zonas de cultivo hoy abandonadas.

El Leptosol eútrico es un suelo poco profundo, con un contenido medio en materia orgánica y que suele presentar una buena estructura, aparece generalmente en zonas donde la topografía es abrupta e indican un estado de considerable degradación.

De acuerdo a datos proporcionados del análisis de suelos agrícolas realizados por el INIA-Santa Ana, el trabajo realizado en el 2010 por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), “Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el Valle del río Mantaro” presenta en forma generalizada, la información necesaria sobre cómo se determinaron las características de los suelos del valle del río Mantaro.

La caracterización fue presentada bajo tres características:

- Textura del suelo
- Materia orgánica.
- pH del suelo

A. Textura del suelo

El término textura se usa para representar la composición granulométrica del suelo. Cada término textural corresponde con una determinada composición cuantitativa de arena, limo y

arcilla. En los términos de textura se prescinde de los contenidos en gravas; se refieren a la fracción del suelo que se estudia en el laboratorio de análisis de suelos y que se conoce como tierra fina.

En el valle del Mantaro se encontraron 5 clases texturales definidas (presentan mayor porcentaje que las demás), las demás se aproximan a otras clases texturales sin tener una tendencia definitiva.

Cuadro 12.

Texturas de suelo en el Valle del río Mantaro a nivel provincial

Textura de suelo	Provincia	Nro. de distritos
Franco limoso	Huancayo	1
Franco arenoso	Huancayo	5
	Concepción	1
	Jauja	6
Franco arcilloso-arenoso	Huancayo	7
	Concepción	3
	Jauja	10
	Chupaca	3
Franco arcilloso	Huancayo	2
	Concepción	1
	Jauja	3
	Chupaca	2
Arcilloso	Concepción	1
	Jauja	2

Fuente: Garay, O. y Ochoa, A. (2010)

Según el cuadro se observa que la mayoría de distritos que conforman el valle del río Mantaro presentan una textura de suelo Franco arcilloso - arenoso. Encontrándose en la provincia de Jauja la mayor cantidad (10 distritos).

B. Materia orgánica

La materia orgánica es esencial para incrementar la fertilidad de los suelos y obtener buena producción agropecuaria.

Los suelos que carecen de materia orgánica son suelos pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas.

Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo, para la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada (humus), la cual es fácilmente aprovechada para el crecimiento de las plantas.

Características:

- Es insoluble en agua y evita el lavado de los suelos y la pérdida de nutrientes.
- Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua, evitando la desecación del suelo.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos; permite una aireación adecuada, aumenta la porosidad y la infiltración de agua, entre otros.
- Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y especialmente hongos.
- Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas; fija especialmente nitrógeno (NO_3 , NH_4), fósforo (P_04), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros.
- Aumenta la productividad de los cultivos en más del 100%, si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica.

En el valle del río Mantaro se encontraron 6 calificaciones de materia orgánica según el potencial de hidrogeno (pH); a mayor acidez (menor pH) los suelos serán pobres en cantidad de materia orgánica.

Cuadro 13.

Cantidad de materia orgánica en el Valle del río Mantaro.

Materia Orgánica	Rango pH	Provincia	Nro. de distritos
Pobre	<1.0	Huancayo	1
		Concepción	2
		Chupaca	1
Normal	[1.0-1.5[	Huancayo	1
		Jauja	1
Moderadamente provisto	[1.5-2.0[	Huancayo	1
		Concepción	1
		Jauja	3
Bien provisto	[2.0-3.5[	Huancayo	10
		Concepción	4
		Jauja	14
		Chupaca	4
Rico	[3.5-5.0]	Huancayo	2
		Concepción	1
Muy rico	>5.0	Huancayo	3
		Jauja	1

Fuente: Garay, O. y Ochoa, A. (2010)

Según el cuadro se observa que la mayoría de distritos que conforman el valle del río Mantaro presentan suelos “Bien provistos”. Siendo en la provincia Jauja donde se encuentra la mayoría de estos suelos (14 distritos).

C. pH del suelo

El pH, también llamado reacción del suelo, tiene enorme importancia en los suelos agrícolas y naturales del valle del río Mantaro. La mayor acidez o alcalinidad de éstos determinará las especies vegetales que pueden ser cultivadas (para el caso de la papa, su pH óptimo se encuentra entre 5 a 6,5), así como la disponibilidad en cantidades y formas químicas de los nutrientes para la absorción radicular de las plantas.

En el valle del río Mantaro se encontraron 6 calificaciones de materia orgánica según el potencial de hidrogeno (pH); a mayor acidez (menor pH) los suelos serán pobres en cantidad de materia orgánica.

Cuadro 14.

pH del suelo en el Valle del río Mantaro.

pH del suelo	Provincia	Nro. de distritos
Muy ácido (<4.5)	Huancayo	1
Ácido pH = [4.5 – 6.5>	Huancayo	12
	Concepción	14
	Jauja	14
Poco Ácido pH [6.5 – 6.8>	Jauja	2
Neutro pH = [6.8 – 7.2>	Huancayo	3
	Jauja	3
	Chupaca	2
Poco alcalino pH = [7.2 – 7.5>	Huancayo	1
	Concepción	2
	Jauja	3
	Chupaca	2
Alcalino pH = [7.5 – 8.5>	Huancayo	1

Fuente: Garay, O. y Ochoa, A. (2010)

3.2.6. Uso de la tierra

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el 2010, determinó a partir del uso de imágenes satelitales 9 unidades de uso de tierra para el valle del Mantaro, cuya representación cuantitativa de superficie ocupada por cada tipo de uso se presenta en el cuadro 15.

Una breve descripción de cada tipo de uso se presenta a continuación:

Cuadro 15.

Cuadro cuantitativo de superficies según uso de la tierra del valle del Mantaro

Uso	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Actividad agrícola intensiva	29796.0	32.50
Actividad agrícola No intensiva	21141.3	23.06
Bofedales	287.9	0.31
Bosques	1199.8	1.31
Centros poblados urbanos	4121.5	4.50
Cuerpos de agua	330.3	0.36
Expansión urbana	1725.2	1.88
Lecho de río Mantaro	2172.2	2.37
Pastoreo	4656.5	5.08
Resto del Valle del Mantaro	26243.3	28.63

Fuente: Silva, J; *et al* (2010) y adaptación propia

Agricultura intensiva: agricultura permanente o con rotación, predominante durante la mayor parte del año, se presenta de forma continua en épocas de lluvias.

- Agricultura no intensiva: sistema agrícola en que se cultiva la tierra por un periodo, generalmente durante campañas, luego del cual es abandonada por otra área de terreno contiguo. En época de estiaje presenta en su mayoría suelo descubierto, así también puede presentar barbecho o vegetación de abandono transitorio.

La disponibilidad hídrica, sigue constituyendo una limitante para el desarrollo de una agricultura intensiva, pues sólo el 25.1% de las áreas agrícolas se encuentran bajo riego y el 79.9% se encuentran en secano.

- Centros Urbanos: centros urbanos representados en su mayoría por capitales de distritos ubicados dentro del valle.
- Cuerpos de agua: lagunas, ríos.
- Expansión Urbana: presenta zona urbana de crecimiento moderado y suelo descubierto durante mayor parte del año, su actividad agrícola es de amplitud menor y de forma discontinua.
- Deposito fluvio – aluvial: lecho del río Mantaro conformado por materiales detríticos.
- Pastizales: vegetación herbáceas natural o seminatural predominante que se desarrollan bajo la interferencia mínima de pobladores del valle, ubicados en sus zonas elevadas como colinas o cerros cuyo uso se orienta a la actividad pecuaria.
- Bosques: se presenta en partes más altas y alejadas del valle de amplitud baja a muy baja.
- El resto del valle es lo que no corresponde a ninguna de las características antes mencionada, no presenta uso definido.

Más detalle de la distribución a lo largo del valle de estos tipos de uso se puede observar en el mapa N° 03.

3.2.7. Ecología

Según el mapa ecológico a nivel nacional preparado por la Oficina Nacional de Recursos Naturales - ONERN (1976) y actualizada por el MINAM (2010) el valle del Mantaro comprende dos zonas:

- Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)

Conformado por vegetación arbórea y arbustiva perennifolia, un estrato herbáceo en su mayoría perenne. Esta vegetación conforma gran parte del bosque estudiado. Sus características vegetacionales y florísticas son el producto de la mayor pluviosidad y frecuentes neblinas, que incrementan la humedad atmosférica principalmente durante la estación lluviosa. El abundante epifitismo – conformado por pteridofitas, orquídeas, aráceas, gesneriáceas, bromeliáceas; diferentes musgos y líquenes - son un indicador de la mencionada humedad. Esta característica determina el nombre de “bosque de neblina”.

En el bh-MT la evapotranspiración potencial es menor (0.5) o igual al volumen de precipitación promedio total por año.

- Bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT)

Constituye un bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT). Esta zona es un ecotono, conformado por vegetación arbustiva – arbórea perennifolia que desciende del piso ecológico superior y vegetación caducifolia asociada a un estrato herbáceo en su mayoría anual, que ascienden del piso ecológico inferior. Presenta un déficit hídrico después de la estación seca.

3.2.8. Agroecología

De acuerdo a Mayer (1981), Tapia (1996) y Fernández *et al.* (1996), citados en Ccanto *et al.* (2005), el valle del Mantaro tiene tres zonas agroecológicas: la zona baja, intermedia y alta. La zona baja es principalmente agrícola, está ubicada en el piso bajo entre 3200 y 3500 msnm., donde el maíz es el principal cultivo y se concentra la población.

La zona intermedia está constituida por laderas que en su mayoría están cubiertas por vegetación arbustiva y un sistema de producción mixto agropecuario entre 3500 y 3950 msnm, sembrándose principalmente papa y otros cultivos andinos como oca, olluco, mashua, tarwi (*Lupinus mutabilis*) y papas nativas.

La zona alta es principalmente ganadera con alpacas, llamas y vicuñas, sobre 3950 msnm.

En cuanto a la incidencia, severidad y distribución de plagas y enfermedades que afectan la agrobiodiversidad, se establece lo siguiente. Las manifestaciones de plagas y enfermedades incrementan como resultado de la variación de la temperatura; en el caso de plagas de la papa, la ranca (*Phytophthora infestans*) se presenta entre 3000 y 3300 msnm, sin embargo, existe un desplazamiento progresivo de la incidencia de esta enfermedad a zonas de mayor altitud. Este efecto se ha observado especialmente en años en los que ocurrió un Fenómeno El Niño (FEN). La expansión altitudinal de plagas como la ranca afectará otros sectores socioeconómicos, no solo aquellos dedicados a la producción agropecuaria, sino también a los sectores de consumo en la capital del país.²²

(22) Cuellar, J.; Medina, T. (2009) Revista Latinoamericana Número 8 Tecnología & Sociedad "Perspectivas sobre el cambio climático" - Soluciones prácticas ITDG "Agrobiodiversidad, género y cambio climático en la cuenca del río Mantaro" PP.83-99, 213pp.

3.3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS (INEI)

3.3.1. Demografía

La población de los 63 distritos que conforman el valle del Mantaro es de 604,172 miles de habitantes según datos del Censo Nacional de Vivienda 2007. El valle del Mantaro concentra el 47.5% de la población total de la región Junín.

La presencia de mujeres es mayoritaria presentando 315,491 miles de Hab. (52%) y el de hombres es 288,681 miles de Hab. (48%).

La mayor población por provincia que conforman los distritos del valle se presenta en la provincia de Huancayo debido a que los distritos de El Tambo, Chilca y Huancayo concentran una población que supera los 35,000 miles de Hab., superando incluso a la población total de la provincia de Concepción.

En las cuatro provincias del valle del río Mantaro la diferencia entre la cantidad de hombres y mujeres es corta, esto se puede observar en el cuadro siguiente.

Cuadro 16.

Relación entre hombres y mujeres por provincia en el valle del Mantaro

Provincia	Hombres	Mujeres	Total
Huancayo	211,299	231,940	443,239
Concepción	16,812	18,392	35,204
Jauja	38,775	42,034	80,809
Chupaca	21,795	23,125	44,920

Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

Las edades por grupos quinquenales a nivel de provincia presentan que la edad entre 10 a 14 años es la mayor en los habitantes del valle, seguida por la de 15 a 19 años.

Las edades que presentan menor cantidad de habitantes es la que va a partir de los 90 años, siendo estos casos excepcionales.

El cuadro 17 y el gráfico 14 pretenden mostrar el proceso de expansión de la población debido a que los mayores grupos de edad se presentan hasta los 24 años y luego sigue un descenso progresivo en las cuatro provincias siendo más perceptible en la provincia de Huancayo.

Cuadro 17.

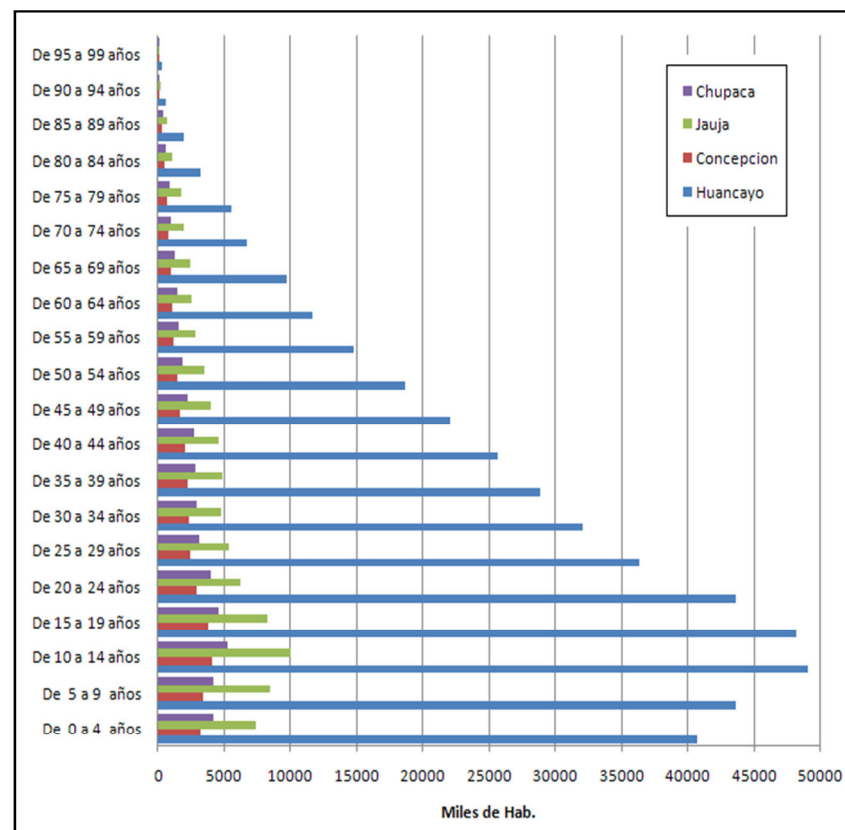
Edades quinquenales principales por provincia en el valle del Mantaro (miles de Hab.)

Provincia	10 -14 años	15 – 19 años	20 – 24 años	40 – 44 años	90 – 94 años
Huancayo	49,045	48,166	43,622	25,678	561
Concepción	4043	3743	2921	2068	85
Jauja	9962	8230	6253	4560	166
Chupaca	5206	4610	4023	2678	79

Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

Gráfico 14.

Edades quinquenales a nivel de provincia.



Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

La población presenta como mayoría de 1 a 2 hijos en las 4 provincias, presentándose como máximo hasta 18 hijos por mujer.

Esto puede observarse en el cuadro siguiente:

Cuadro 18.

Hijos nacidos vivos por provincia en el valle del Mantaro.

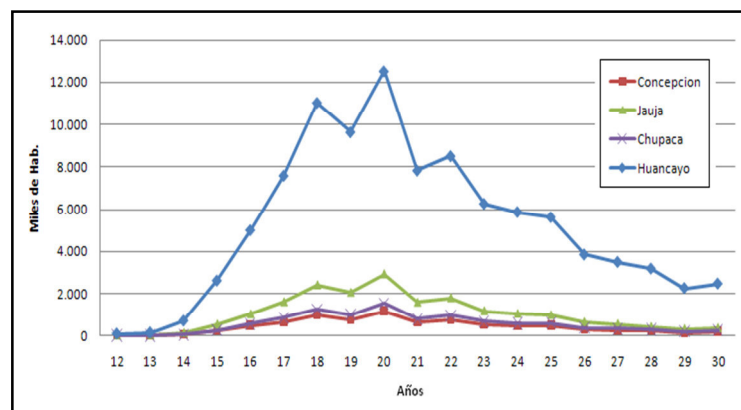
Prov. Nro. hijos	Huancayo	Concepción	Jauja	Chupaca
Cero hijos	60,992	4262	9640	5211
01 hijo	26,568	1964	4085	2518
02 hijos	25,759	1990	3986	2492
03 hijos	18,499	1501	3310	1912
04 hijos	13,001	1124	2613	1455
05 hijos	9157	875	2117	1134
06 hijos	6827	713	1739	849
07 hijos	4816	483	1305	605
08 hijos	3539	361	1052	435
09 hijos	2170	247	647	289
10 hijos	1344	156	437	154
11 a mas	1776	182	558	170

Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

La edad con mayor frecuencia de la madre cuando nació su primer hijo se encuentra entre los 18 y 20 años para las cuatro provincias disminuyendo conforme aumenta la edad como se aprecia en el gráfico inferior. Siendo entre los 32 y 49 años la edad máxima que la mujer tiene hijos.

Gráfico 15.

Edad de la madre cuando tuvo a su primer hijo, a nivel de provincia.



Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

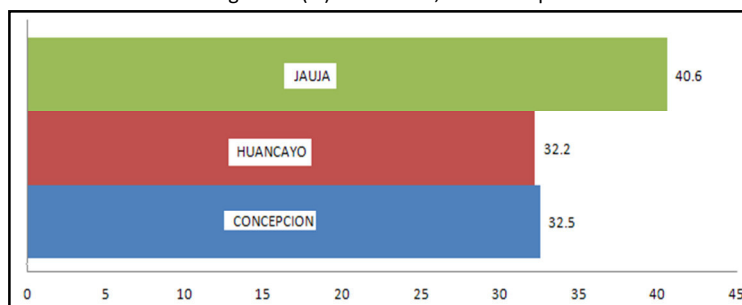
Según el Instituto Nacional de Estadística e Investigación del Perú (INEI), la población emigrante del departamento de Junín sobrepasaba los 14.000 habitantes, es decir, el 51% del total emigra hacia cualquier parte del país.

Los departamentos que aportan mayor número de migrantes a la ciudad de Lima son: Ancash (10.4%) y Junín (10.1%). Esta información corresponde a 1993.

Para la socióloga Carla Tamagno, Junín es un ejemplo latente de la relación campo-ciudad. Su cercanía a Lima les ha permitido experimentar de manera continua el proceso de la migración. “No solo vienen a realizar trámites en las instituciones centralizadas, sino que han logrado establecer redes de comercialización”. Es decir, estas personas están en constante movimiento, vienen y regresan a sus comunidades con regularidad.

A continuación se muestra el gráfico de migración por provincias:

Gráfico 16.
Tasa de Emigración (%) 1988-1993, a nivel de provincia.



Fuente: INEI, Censo Nacional de 1993

Los 63 distritos que conforman el valle del Mantaro tienen su capital de distrito dentro del valle, es más sus centros poblados con mayor población se encuentran también dentro del valle.

Por tal motivo todo lo que concierne a aspectos socioeconómicos así como para la determinación de la vulnerabilidad dentro del valle, que se verá en los siguientes capítulos, se hará a nivel distrital pero los resultados saldrán muy precisos para el valle del Mantaro.

3.3.2. Zonas Rurales y Urbanas

La cantidad de viviendas urbana y rural se expresa a continuación, a nivel provincial. Se observa que en las cuatro provincias hay mayor cantidad de viviendas urbanas.

Cuadro 19.

Total de viviendas urbanas y rurales a nivel provincial.

Provincias	Urbano	Rural
Huancayo	98,854	8912
Concepción	5969	2322
Jauja	15,878	5113
Chupaca	7207	3976
Total	127,908	20,323

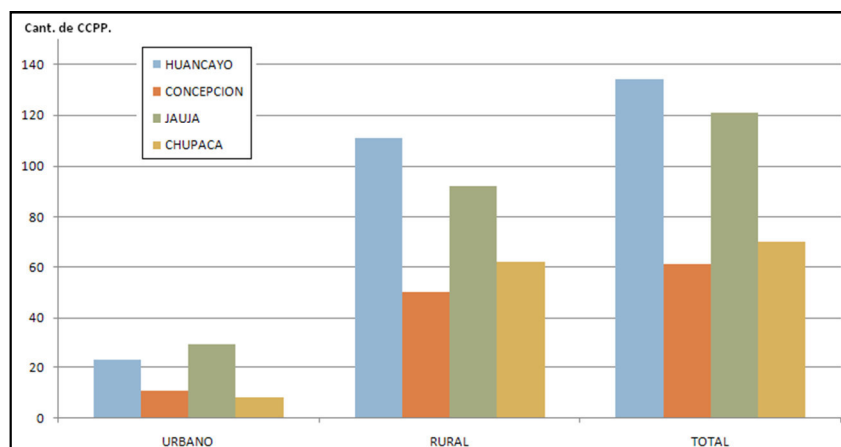
Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

A nivel de población se observa que a nivel de valle hay 522,943 de población urbana y 85,999 de población rural (según encuesta nacional hecha en el 2002 por el INEI).

Se encontraron 315 centros poblados pertenecientes a zonas rurales y 71 centros poblados pertenecientes a zonas urbanas.

Gráfico 17.

Cantidad de centros poblados según tipo de área a nivel provincial



Fuente: INEI, Encuesta Nacional 2002

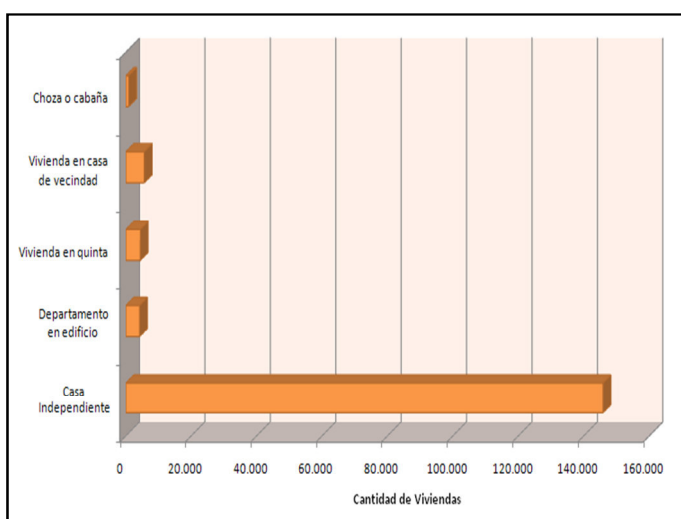
3.3.3. Vivienda

La mayoría de las viviendas del valle son propias, independientes es decir son aquellas edificaciones que tienen salida directa a la calle, camino y constituye una sola vivienda en total 145,932 viviendas, seguidas por viviendas en casa de vecindad 5,662 viviendas.

En las 4 provincias por separado la mayoría posee vivienda independiente.

Gráfico 18.

Tipo de viviendas particulares en el valle del Mantaro.



Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

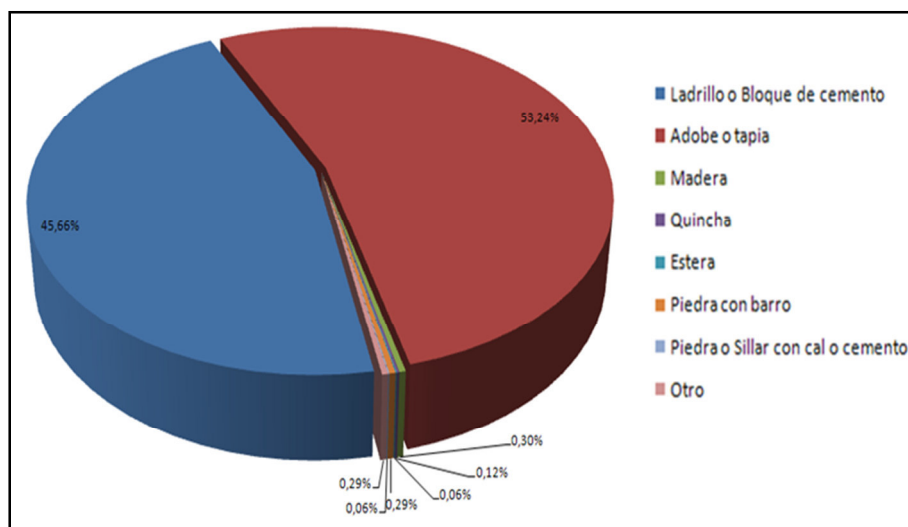
A nivel de vivienda se observa de manera total, que el **material predominante** para las paredes de la vivienda del valle del río Mantaro es el adobe (53%) seguido de ladrillo o bloque de cemento (45%), la madera (0.3%) y piedra con barro (0.29%) las demás son depreciables, demostrando que ante cualquier amenaza natural la vivienda pueda sufrir daños y por ende la familia que la habita.

A nivel provincial vemos que solo en la provincia de Huancayo el material predominante es el ladrillo seguido del adobe, en las tres provincias restantes sigue siendo el adobe el material con el que se fabrica la mayoría de las viviendas, esto se debe a que Huancayo no

presenta muchas viviendas rurales como si sucede con las demás provincias en donde la diferencia entre ambos tipos de viviendas es muy poca.

Gráfico 19.

Material predominante de las viviendas en el valle del Mantaro



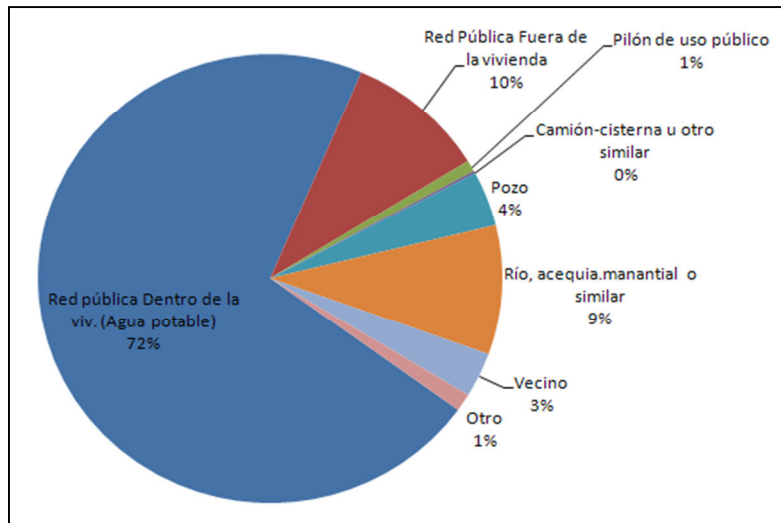
Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

En **abastecimiento de agua** se observa que la mayoría de viviendas a nivel del valle cuenta con una red pública dentro de su vivienda es decir posee agua y desagüe (72%), otra forma de abastecerse es con una red pública fuera de su vivienda (10%), seguido del rubro río, acequia, manantial o similar (9%), y pozo (4%), nótese que la diferencia entre la primera y las demás formas de obtención de agua es grande, esto es debido a que Huancayo posee una gran población a diferencia de las demás provincias.

Observando el análisis a nivel provincial notamos que efectivamente Huancayo influye bastante en los resultados generales, encontramos además que a nivel provincial la segunda forma de acceso al agua es a través de río, acequia, manantial o similar.

Gráfico 20.

Abastecimiento de agua en el valle del Mantaro.



Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

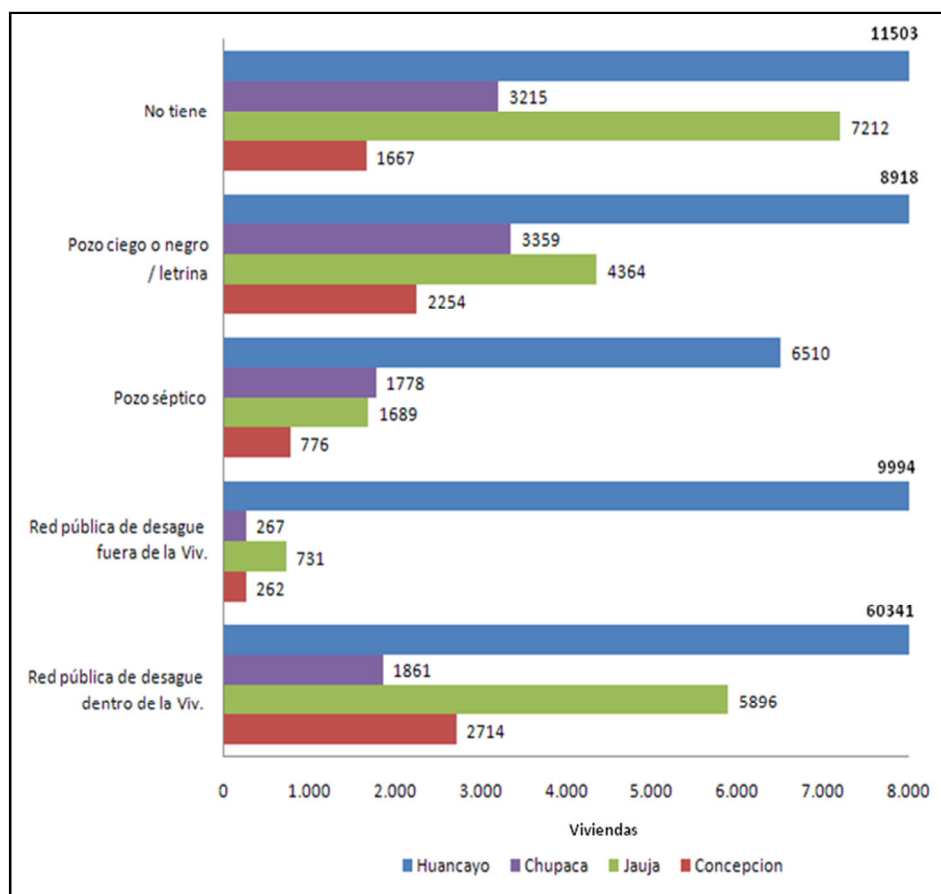
La **red pública** de desagüe con la que cuenta la mayoría de la población del valle, es servicio higiénico dentro de la vivienda (52%), pero observamos que un 17% no tiene servicio de desagüe, seguido por un 14% que utilizan un pozo ciego o negro / letrina es decir los residuos humanos son enviados directamente a un pozo, el cual no recibe tratamiento alguno, esa es la diferencia de un pozo séptico el cual si reciben tratamiento con cal, ceniza u otro desintegrante de residuos, los que utilizan este tipo son el 8% de los hogares en total.

A nivel de provincia se observa que en Jauja y Chupaca la población que no cuenta con ningún servicio de desagüe supera grandemente a las que si cuenta con red pública de desagüe dentro de su vivienda.

Se observa además que sin contar a Huancayo la mayoría de hogares usa pozo ciego, siendo más propensos a contraer enfermedades por la cercanía con los residuos sólidos.

Gráfico 21.

Red pública de desagüe a nivel de provincia.



Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

En cuanto a **alumbrado eléctrico** observamos que a nivel general de todo el valle el 88% cuenta con este servicio básico.

Cuadro 20.

Cantidad de viviendas particulares que poseen alumbrado público por provincias.

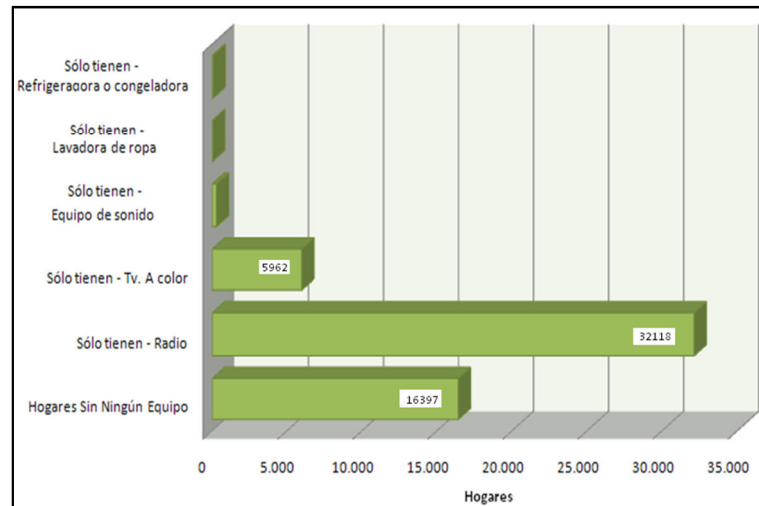
Provincia	Sí tiene alumbrado eléctrico	No tiene alumbrado eléctrico
Huancayo	89,164	9434
Concepción	6489	1265
Jauja	17,183	2963
Chupaca	8017	2623

Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

Seguidamente tenemos al **equipamiento** con el que cuenta la vivienda en todo el valle del Mantaro. Se ha enfocado solo en las principales y con los que cuenta la gran mayoría.

Gráfico 22.

Equipamiento a nivel de Valle del río Mantaro



Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

Se observa que es la radio el equipo con el que cuenta la gran mayoría de hogares dentro del valle del Mantaro.

En cuanto a **servicios** que poseen los hogares en el valle del Mantaro se observa que un 29% cuenta con servicio de celular y un 11% cuenta con telefonía fija. Es decir hay una red densa de comunicación.

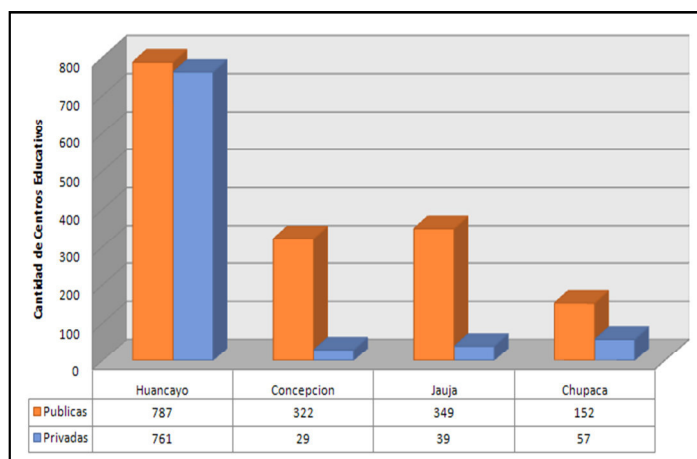
En cuanto a equipamiento y servicios vemos que tanto la radio como el celular servirían como instrumentos para lanzar alertas tempranas o medidas de prevención ante un fenómeno climático.

3.3.4. Educación

La distribución de centros educativos se da en 2 categorías las públicas y las privadas, encontrándose mayor cantidad de centros educativos públicos (1613) que privados (886), la mayor cantidad de alumnos también se registra en las públicas (163,155) que en las privadas (55,782).

Gráfico 23.

Cantidad de centros educativos públicos y privados por provincias.



Fuente: Ministerio de Educación, Unidad de Estadística Educativa – 2010

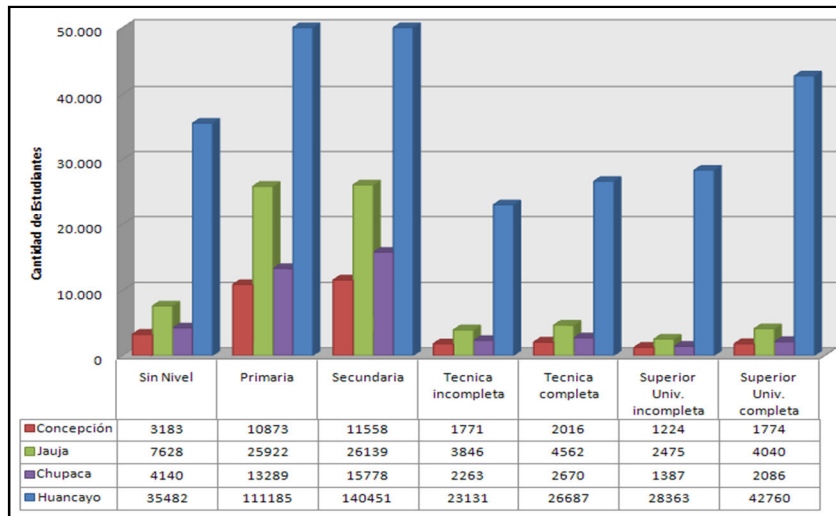
A nivel provincial, hay mayor cantidad de centros educativos de ambas categorías en la provincia de Huancayo y menor cantidad en la provincia de Chupaca. Pero a nivel general hay mayor cantidad de centros educativos públicos.

En cuanto a población estudiantil por niveles de estudios se encuentra que a nivel de provincia hay mayor población de estudiantes de 6 años a más en la provincia de Huancayo, se observa además que la mayoría de la población de todo el valle del Mantaro cursa la primaria y secundaria.

Se observa que en Huancayo hay una mayor cantidad de población que ha acabado sus estudios universitarios.

Gráfico 24.

Población por nivel de estudios a nivel de provincias.



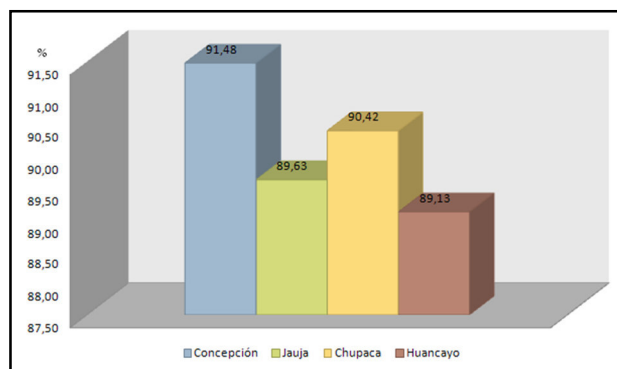
Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

Tasa de alfabetización adulta (%), definido como el porcentaje de la población de 15 años a más que puede leer y escribir. Se observa que Huancayo presenta 90.53%, Concepción 92.03%, Jauja 92.04% y Chupaca 91.78% de tasa de alfabetización.

Tasa de escolaridad bruta (%), definida como el porcentaje de matriculación total en un nivel de educación dado (primaria secundaria o superior), independientemente de la edad, expresada como porcentaje de la población en edad escolar oficial para ese mismo nivel de educación.

Gráfico 25.

Tasa de escolaridad bruta (%) a nivel de provincias.



Fuente: PNUD/ Equipo para el Desarrollo Humano INDH; Perú, 2005

Cantidad de docentes presentes en cada provincia correspondiente al valle del río Mantaro

Cuadro 21.

Cantidad de docentes según tipo de Gestión y de Área, por provincia.

Tipo	Total	Gestión		Área	
Provincia		Pública	Privado	Urbana	Rural
Huancayo	6499	4698	4294	8754	238
Chupaca	856	618	238	714	142
Concepción	778	652	126	700	78
Jauja	1799	1553	246	1407	392

Fuente: Ministerio de Educación, Unidad de Estadística Educativa – 2010

3.3.5. Salud

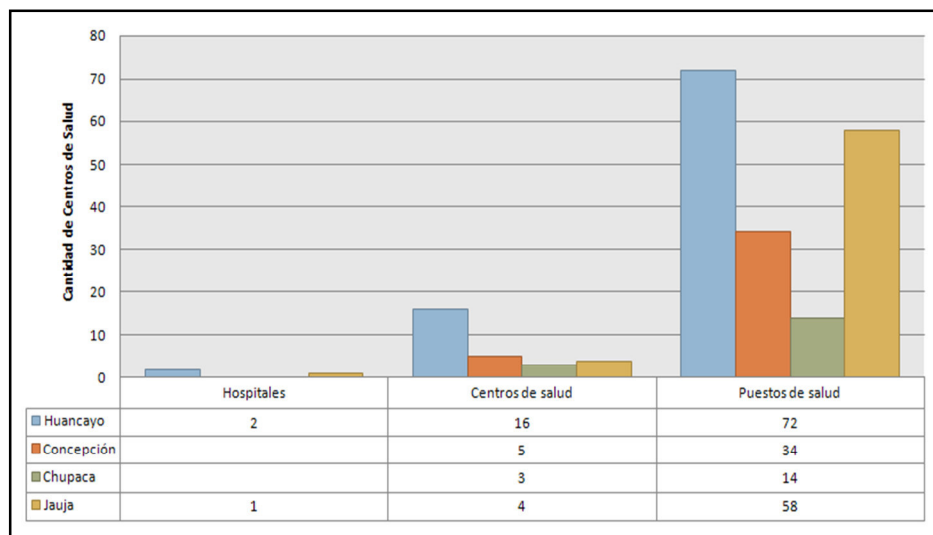
En cuanto al sector salud se observa que a nivel de valle solo se encuentran 3 hospitales, 2 ubicados en Huancayo y 1 en Jauja.

Se observa que hay una gran cantidad de puestos de salud.

El gráfico siguiente muestra la cantidad de centros de salud a nivel de provincia.

Gráfico 26.

Cantidad de centros de salud a nivel de provincial en el valle del Mantaro.



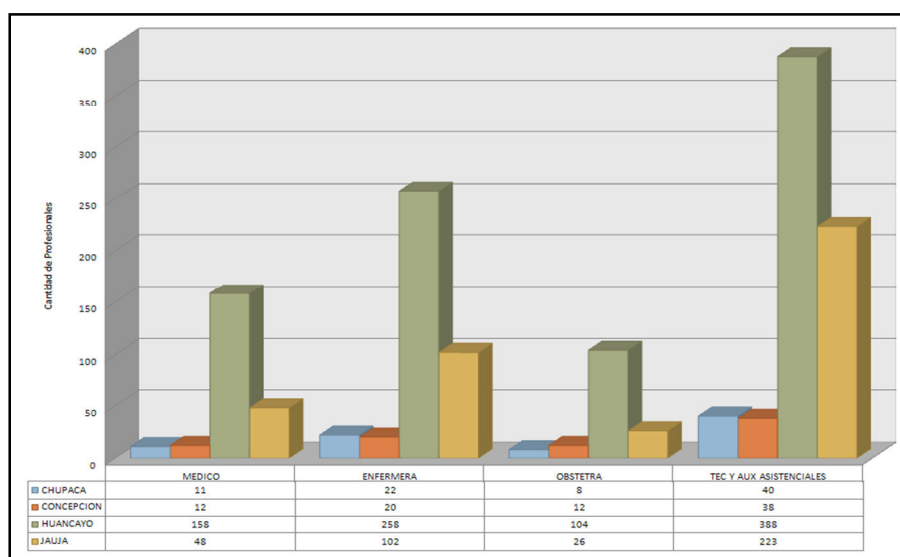
Fuente: Ministerio de Salud - Oficina General de Estadística e Informática, 2011

En cuanto a población de médicos, enfermeras y demás profesionales en el área de salud encontramos que hay mayor cantidad de técnicos y auxiliares asistenciales, es decir ante cualquier caso de peligro de salud para la persona es posible que no encontremos un médico o una enfermera.

Solo en Huancayo se encuentra más de la mitad de médicos y enfermeras que en todo el valle, en el resto de provincias no superan los 50.

Gráfico 27.

Principales grupos ocupacionales del sector Salud a nivel provincial.



Fuente: Ministerio de Salud - Oficina General de Estadística e Informática, 2009

En cuanto a causas de mortalidad en la región Junín, una de las principales causas es debido a presencia de tumores malignos en la persona (cáncer) con un 15.7% seguido de influenza y neumonía con un 13.4% siendo más propenso en mujeres.

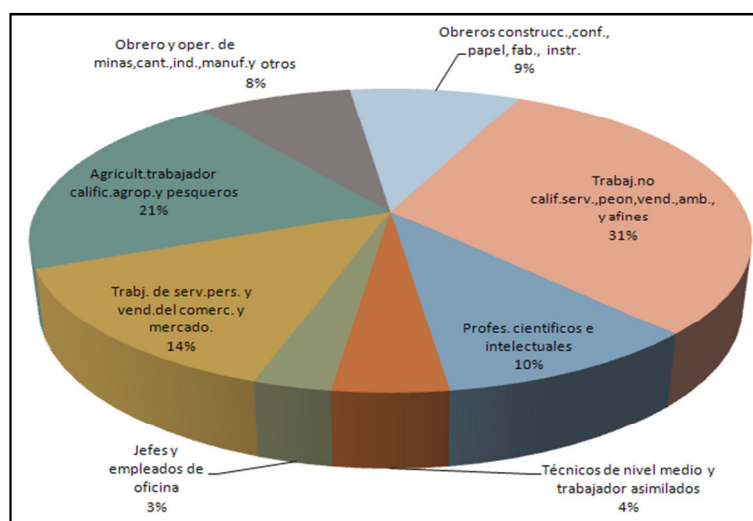
En cuanto a causas de morbilidad en la región Junín, una de las principales causas es infección aguda de las vías respiratorias superiores (20.9%) esto es debido al frío que hace en la zona.

3.3.6. Actividad Económica

En cuanto a actividades económicas una de las más representativas en el valle del Mantaro es el de desempeñarse como agricultor o trabajador calificado agropecuario (21%).

Gráfico 28.

Principales ocupaciones en el valle del Mantaro.



Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

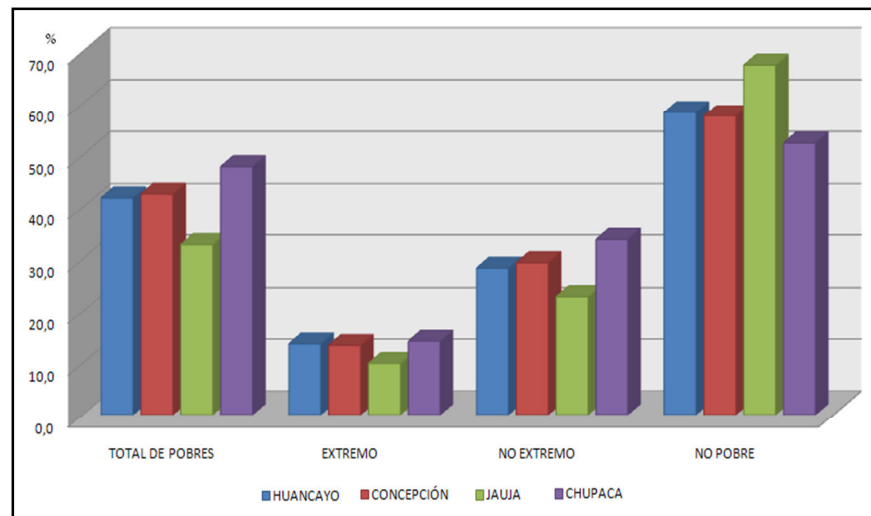
En cuanto al ingreso familiar promedio se observa que es S/261.38 nuevos soles, comparando con el ingreso familiar máximo per cápita (S/471.80), observamos entonces que en el valle del Mantaro el ingreso por familia es bajo, esto se observa con mayor detalle en el punto correspondiente a Índice de Desarrollo Humano (IDH).

Ahora pasando a ver la variable pobreza (desde un enfoque monetario), este nos indica la insuficiencia de ingresos o gastos de la población respecto a un consumo mínimo aceptable socialmente. El porcentaje de la población con tal insuficiencia es lo que se conoce como incidencia de pobreza. El indicador de bienestar será el gasto familiar por persona y el consumo mínimo será el valor de una canasta básica de consumo.

Específicamente, se considera que la población se encuentra en condición de pobreza total, si el gasto per cápita del hogar está por debajo del valor de la canasta total compuesta de alimentos y no alimentos (LP_T); y en condición de pobreza extrema, cuando el gasto per cápita del hogar es menor al valor de la canasta de alimentos (LP_{EX}). El siguiente grafico resume estas definiciones.

Gráfico 29.

Nivel de Pobreza a nivel provincial.



Fuente: INEI, Indicadores de pobreza, Censo Nacional 2007, Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG) 2007

La población económicamente activa (PEA), es decir las personas en edad de trabajar (14 años y mas) que en la semana de referencia se encontraban trabajando (ocupadas) o buscando activamente trabajo (desocupadas), se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22.

Población Económicamente Activa ocupada y desocupada por provincias.

Provincias	PEA Ocupada	PEA Desocupada	No PEA
Huancayo	165,012	8376	220,777
Concepción	12,390	637	18,316
Jauja	26,195	1526	44,129
Chupaca	16,632	685	22,683

Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

3.3.7. Necesidades Básicas Insatisfechas (Pobreza No Monetaria)

En lo que respecta a este punto según el INEI se encuentran 5 tipos de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI):

- Viviendas con características físicas inadecuadas
- Viviendas con hacinamiento
- Viviendas sin desagüe de ningún tipo
- Hogares con niños que no asisten a la escuela
- Hogares con alta dependencia económica

La mayoría de las familias cuenta con al menos una necesidad básica insatisfecha, siendo la principal: viviendas sin desagüe de ningún tipo.

Cuadro 23.

Hogares por tipo de Necesidad Básica Insatisfecha (NBI) a nivel provincial.

Provincia	Chupaca	Huancayo	Concepción	Jauja
Hogares por tipo de NBI				
Viviendas con características físicas inadecuadas	151	893	250	492
Viviendas con hacinamiento	1,004	13,306	1,699	2,176
Viviendas sin desagüe de ningún tipo	4,366	16,474	4,158	9,682
Hogares con niños que no asisten a la escuela	296	2,002	290	471
Hogares con alta dependencia económica	419	3,576	989	986

Fuente: INEI, Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007

3.3.8. Índice de Desarrollo Humano

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el Índice de Desarrollo Humano se define como un proceso de ampliación de las oportunidades del ser humano. Este concepto imprime un carácter de flexibilidad y dinamismo muy grande.

Las oportunidades pueden ser infinitas, cambiar con el tiempo y variar en función de países, sociedades y contextos históricos diversos.

Al desarrollo humano le interesa tanto la generación de crecimiento económico como su distribución, tanto la satisfacción de las necesidades básicas como el espectro total de las aspiraciones humanas.

El desarrollo humano es un proceso mediante el cual se busca la ampliación de las oportunidades para las personas aumentando sus derechos y capacidades. En la práctica, el desarrollo humano no es sólo una teoría del desarrollo, sino una propuesta de organización de la economía, la sociedad y el Estado. (Informe PNUD - Perú 2002)

En el IDH, se reduce los tres indicadores básicos a un patrón común. Los valores máximos y mínimos para cada variable se expresan entre los valores de 0 y 1.

El Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) divide las escalas de manera que se adapte a la realidad peruana, estos nuevos rangos se presentan de la siguiente manera:

Cuadro 24.

Escalas de medición del Índice del Desarrollo Humano según el PNUD

Índice de Desarrollo Humano	Rango de IDH
IDH – ALTO	0,651 – 0,755
IDH – MEDIANO	0,481 – 0,650
IDH – Mediano Alto	0,576 – 0,650
IDH – Mediano Medio	0,540 – 0,575
IDH – Mediano Bajo	0,481 – 0,539
IDH - BAJO	0,377 – 0,480

Fuente: PNUD/ Equipo para el Desarrollo Humano INDH; Perú, 2002

El Índice del Desarrollo Humano (IDH) es el instrumento principal que mide el adelanto medio de un país en lo que respecta a la capacidad humana básica representada por las tres oportunidades humanas más importantes y permanentes:

- Esperanza de vida, que refleja una existencia larga y saludable;
- Nivel educacional, que resume los conocimientos adquiridos y,
- El ingreso per cápita, que indica la capacidad de acceso a los recursos para vivir dignamente.

La **esperanza de vida** al nacer es considerada como un indicador del desarrollo que refleja la situación nutricional de la población, la calidad de los programas de salud pública, los niveles de sanidad ambiental, el desarrollo de la infraestructura sanitaria, la existencia de profesionales de salud, las políticas de vacunación y prevención de enfermedades epidémicas, etc.

La esperanza de vida al nacer en el valle del río Mantaro, oscila entre los 70 y 72 años. Siendo Huancayo la que posee una mayor esperanza de vida con 71,9 años y la más baja es para Concepción con 70,6 años.

El **nivel educativo** de la población se mide, en uno de sus aspectos, por la tasa de alfabetización adulta, o indicador sensible del avance educativo

Otro indicador utilizado es el Promedio de años de estudio de la población de 25 y más años, que expresa un logro, un resultado. A partir de los 25 años en promedio, la mayoría de las personas han culminado sus estudios escolares, sean primarios, secundarios o superiores.

El logro educativo es el promedio del alfabetismo en porcentaje y la escolaridad también en porcentaje, resultando el grafico inferior.

Se observa que el logro educativo no es tan bajo es decir en las cuatro provincias las personas de 25 años a más han culminado sus estudios escolares ya sean a nivel primario, secundario o superior.

La provincia de Concepción es el que presenta mayor valor con 91.85%, seguido de Chupaca con 91,32%; Jauja con 91,24%, y por ultimo Huancayo con 90.06%.

Para representar la disponibilidad y medir el acceso de los hogares a los recursos, se utilizó el **Ingreso per cápita promedio mensual del Hogar**. Este es un indicador sensible que refleja el manejo de los recursos económicos a fin de lograr un nivel de vida decoroso, así como la capacidad de gasto e inversión de las personas, los cuales inciden en el desarrollo del país.

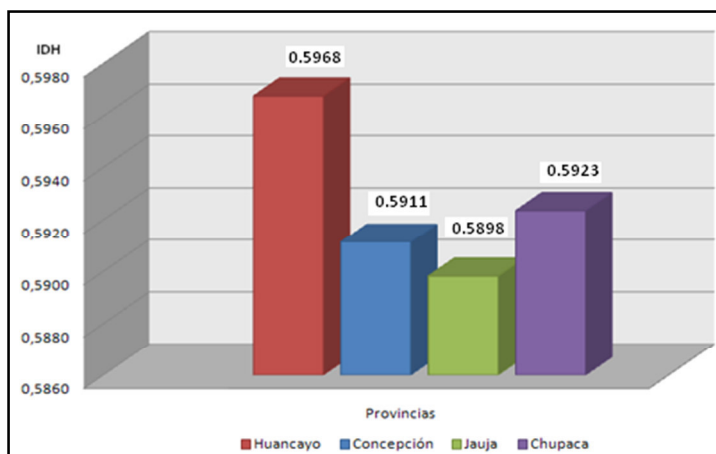
Este es un indicador más aproximado al bienestar de la población que el PBI Percápita por región.

El ingreso mensual por familia es bajo, la provincia de Huancayo es la que registra un mayor valor con S/257.30 seguido de Chupaca con S/235.30, le sigue Concepción con S/228.90 y por último la provincia de Jauja con S/227.80

Sacando el promedio, se define según el PNUD-Perú que las provincias que conforman el valle tendrían un **IDH Mediano Alto**. Ver mapa N°4.

Gráfico 30.

Índice de Desarrollo Humano (IDH), a nivel de provincia



Fuente: PNUD/ Equipo para el Desarrollo Humano INDH; Perú, 2005

3.4. VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL VALLE DEL MANTARO

El Panel Intergubernamental de expertos en Cambio Climático (o IPCC por sus siglas en inglés) considera variabilidad climática o variabilidad del clima a aquellas variaciones en las condiciones climáticas medias y otras estadísticas del clima como desviaciones típicas, fenómenos extremos, etc. en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular. La variabilidad puede deberse a procesos naturales internos que ocurren dentro del sistema climático (variabilidad interna) o variaciones en el forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa).

El clima presenta fluctuaciones a escalas relativamente cortas que es lo que se conoce como variabilidad climática, la cual está asociada con el registro de datos por encima o por debajo de las normales climatológicas. La diferencia registrada entre la variable analizada con respecto a la normal climatológica se conoce como anomalía.

Entonces, la determinación de la variabilidad climática se logra mediante la determinación de las anomalías, las cuales se hacen evidentes cuando los valores de las variables climatológicas (temperatura, presión atmosférica, humedad, precipitación, etc.) fluctúan por encima o por debajo de sus valores promedios.

Las escalas temporales más significativas en que se presenta este tipo de variación están dadas en orden mensual, estacional, anual y decadal (también se pueden dar en intervalos temporales más largos), presentando fenómenos asociados para cada uno.

Dentro de la variación estacional se encuentra la alternancia de temporadas lluviosas y temporadas secas, producto, principalmente, de la migración de la zona de confluencia intertropical (ZCIT), que es una de las más importantes fluctuaciones climáticas asociadas a esta escala.

La variabilidad interanual acopla las variaciones climatológicas que hacen presencia de año en año, y puede estar relacionada con el balance global de radiación. Uno de los fenómenos enmarcados dentro de este tipo de variabilidad es el tan estudiado y conocido Niño – Niña (ENSO).

3.4.1. Variabilidad de la temperatura (Silva, J.; *et al*, 2010)

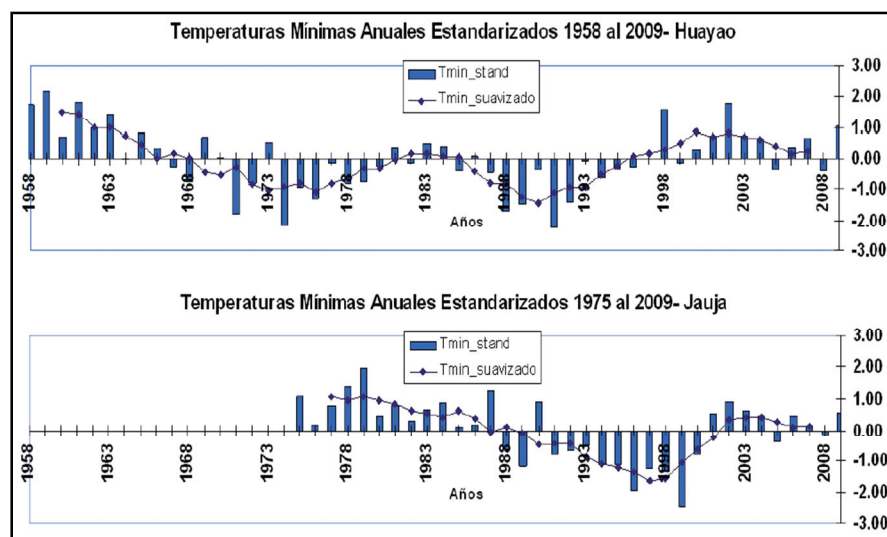
Temperatura mínima

En la Gráfico 31, se observa las series estandarizadas de las temperaturas mínimas de Huayao y Jauja, al suavizarlas se aprecia periodos de alternancia de varios años (alrededor de 10 a 11 años) con anomalías positivas y negativas, aunque no necesariamente coincidentes en el tiempo entre las diferentes zonas, como si se da en el caso de temperatura máxima.

Gráfico 31.

Temperatura mínima anual estandarizada. Estaciones: Huayao y Jauja.

Período: 1958- 2009.



Fuente: Silva, *et al*; 2010

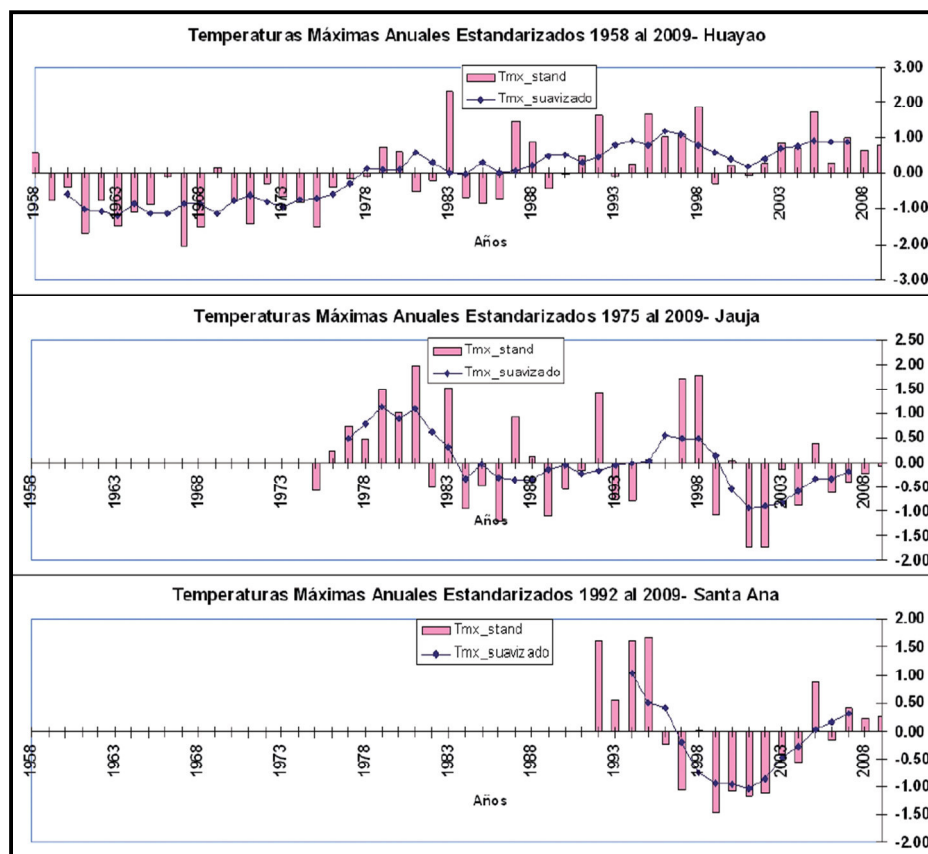
Temperatura máxima

En el Gráfico 32, se tienen las variaciones anuales estandarizadas de las temperaturas máximas de Huayao, Jauja y Santa Ana, para sus respectivos periodos, a las cuales se les ha añadido la serie suavizada, con un promedio corrido de 5 años (Tmx suavizado). Lo más evidente es que en Huayao se aprecia un punto de quiebre después del año 1977, con valores predominantemente por debajo del promedio antes de 1976, y por encima del promedio después de ese año. En Jauja, por el contrario, se observa un periodo relativamente menos cálido desde 1984, con excepción de algunos años que en su mayoría coinciden con los años de El Niño.

Gráfico 32.

Temperatura máxima anual estandarizada. Estaciones: Huayao, Jauja y Santa Ana.

Periodo: 1958- 2009.

Fuente: Silva, *et al*; 2010

En Santa Ana, aunque el periodo de datos es corto, puede observarse que a fines de los años 90 hasta el 2004 ha habido anomalías negativas, lo cual se observa también en Jauja; y en Huayao, si bien no se dan las anomalías negativas, se observa que las anomalías positivas han disminuido en ese periodo.

A continuación veremos las condiciones meteorológicas y climáticas extremas en la cuenca del río Mantaro:

3.4.2. Períodos Secos y Húmedos (SENAMHI, 2007)

Las precipitaciones en la cuenca del Mantaro presentan una alta variabilidad espacial y temporal, pasando rápidamente de periodos secos o deficientes a húmedos y con excesos, especialmente a partir de los años ochenta.

Los períodos húmedos constituyen eventos extremos del clima, afectando la agricultura e infraestructura en la cuenca.

Se evaluó las precipitaciones anuales totalizadas entre setiembre y agosto durante 1965 al 2010.

Según mapas de SENAMHI (2011) para los meses de mayo y el invierno (junio, julio y agosto) en el valle del Mantaro la precipitación acumulada varía entre 27 a 50mm.; la influencia de estos meses no resulta ser tan relevante para la precipitación anual en la zona (aprox. 770mm.)

En este estudio se establecen como periodo deficiente a todas las lluvias anuales que están por debajo del percentil 30 y se le denominará sequías a aquellas por debajo del percentil 15, determinándose tres categorías, Percentil 15 (Sequía moderada), Percentil 10 (Sequía severa) y Percentil 5 (Sequía extrema).

Los valores extremos superiores al percentil 80 van a representar excesos de precipitaciones, teniendo dos categorías, las lluvias

superiores al Percentil 80 y menores al 90 son considerados excesos moderados, mientras las lluvias por encima del Percentil 90 son considerados excesos extremos. Los valores se muestran a continuación:

- Percentil 30 : Deficiencia
- Percentil 15: Sequía moderada
- Percentil 10: Sequía severa
- Percentil 5: Sequía extrema
- Percentil 80 : Exceso moderado
- Percentil 90 : Exceso extremo

De esta manera un periodo seco es caracterizado por deficiencias de lluvias, cuyos valores extremos se llamarán sequías, por lo tanto una sequía será un periodo seco, pero no necesariamente un periodo seco es una sequía.

En el gráfico 33 se muestra de manera esquemática los periodos secos (deficiencias y sequías) en localidades representativas de la cuenca en los últimos cuarenta años, observándose que hasta antes de la década de los ochenta, se presentaron deficiencias y sequías moderadas pero en forma localizada, a excepción del año 1968/69, periodo en el que los sectores central y sur de la cuenca (donde se encuentra el valle del Mantaro) fueron afectados por sequías de moderadas a extremas, y el año 1965/66 donde el sector central soportó una sequía moderada. Posteriormente la cuenca estuvo afectada por deficiencias y sequías moderadas en manera más recurrente, como ocurrió en el año 1982/83, periodo considerado lluvioso en la parte norte de la cuenca pero deficiente en la parte sur, presentándose inclusive una sequía severa en Huancalpi. En el año 1989/90 gran parte de la cuenca presentó deficiencias, siendo afectado el sector sur de la cuenca (Acobamba) con sequías severas.

Es la década del noventa donde se presentaron con mayor recurrencia los periodos secos, alternándose periodos de deficiencia con periodos de sequías moderadas y extremas, excepto el año 1993/94 que fue lluvioso. El año más crítico fue 1991/92 con predominancia de sequías extremas en los sectores centro y sur principalmente (donde se encuentra el valle del Mantaro), situación que continuó al año siguiente pero en forma localizada. En el año 1994/95 predominaron las deficiencias y sequías de moderadas a severas en toda la cuenca, y los dos años siguientes continuaron las sequías en forma localizada especialmente en el valle del Mantaro y en la parte noroccidental (Marcapomacocha).

Otro periodo de sequías ocurrió entre 2003 y 2006, siendo el más intenso el del 2003/04 en toda la cuenca, mientras que en los años posteriores las sequías fueron localizadas. Durante estos años, las precipitaciones no se presentaron dentro de su variabilidad normal.

En el gráfico también se muestra la caracterización de estos excesos para algunas localidades representativas de la cuenca, pudiéndose observar que entre los años 1969 a 1988 se presentaron con más frecuencia eventos lluviosos superiores a sus normales y que constituyeron periodos húmedos con excesos moderados a extremos en gran parte de la cuenca, sobresaliendo el año 1973/74, considerado como un periodo húmedo extremo, mientras que el año 1981/82 se le considerará periodo húmedo moderado.

A partir de los años noventa, la frecuencia de periodos húmedos con excesos decreció y solamente se presentaron en forma localizada especialmente en la parte del valle y sur de la cuenca. El año con exceso extremo 1993/94 afectó toda la cuenca, mientras que en el año 2002/03 los excesos fueron mucho más localizados (afectó al valle del Mantaro).

Desde el 2004 hasta 2010 no se han registrado periodos húmedos.

Cuadro 25.
Períodos secos y húmedos en la cuenca del Mantaro para el período
1965-2010

Años	CPCO	MPCHA	JJA	HYAO	PLCHCA	HNLPI	ACBMBA
1965/66							
1966/67							
1967/68							
1968/69							
1969/70							
1970/71							
1971/72							
1972/73							
1973/74							
1974/75							
1975/76							
1976/77							
1977/78							
1978/79							
1979/80							
1980/81							
1981/82							
1982/83							
1983/84							
1984/85							
1985/86							
1986/87							
1987/88							
1988/89							
1989/90							
1990/91							
1991/92							
1992/93							
1993/94							
1994/95							
1995/96							
1996/97							
1997/98							
1998/99							
1999/00							
2000/01							
2001/02							
2002/03							
2003/04							
2004/05							
2005/06							
2006/07							
2007/08							
2008/09							
2009/10							

Fuente: SENAMHI, 2011

ESTACIONES

CPCO	Cerro de Pasco
MPCHA	Marcapomacocha
JJA	Jajaja
HYAO	Huayao
PLCHCA	Pilchaca
HNLPI	Huancalpi
ACBMBA	Acobamba

Percentil	Deficiencias
5	Sequía extrema
10	Sequía severa
15	Sequía moderada
	Deficiencia
Percentil	Excesos
80	Exceso moderado
90	Exceso extremo

3.4.3. El ENOS (SENAMHI, 2007)

El Niño-Oscilación Sur (ENOS) es una perturbación del sistema Océano-Atmósfera en el Pacífico Ecuatorial con importantes consecuencias para el clima a nivel mundial, a través de la alteración de los patrones globales de la presión atmosférica, circulación atmosférica, precipitaciones y temperaturas (Kousky y Higgins, 2007). El ENOS, tiene una fuerte y directa influencia sobre gran parte de Sudamérica tropical y subtropical, (Garreaud y Aceituno, 2007) por medio de las teleconexiones que son los cambios de la circulación atmosférica global inducida por anomalías océano atmosféricas del Pacífico Ecuatorial.

El ciclo del ENOS presenta dos fases, una fase cálida (El Niño), la cual se presenta con intervalos de 4 -5 años y la fase fría (La Niña) así como periodos de transición caracterizados por temperaturas de agua de mar cercano a su media climática. La transición de Niño a Niña tiende a ser rápida mientras de Niña a Niño tiende a ser más gradual, ambas transiciones son influenciadas por la variabilidad intraestacional (Oscilación Madden-Julian, bloqueos de medias latitudes, sistemas de bajas y altas presiones, tormentas tropicales, etc.) según Kousky y Higgins (2007).

El Perú, no escapa de la influencia del ENOS y los eventos extremos asociados a éste, causan grandes pérdidas económicas por sus impactos ya sea en forma directa o indirecta. Los efectos en cuanto a precipitaciones es el incremento de las lluvias sobre lo normal en el norte de Perú y Ecuador y sureste de Sudamérica y lluvias debajo de su normal en el norte de Sudamérica y el Altiplano (Peruano – Boliviano) (Garreaud y Aceituno, 2007), las que han sido obtenidas a través de las teleconexiones utilizando en la mayoría de los casos la temperatura de agua de mar (TSM) de la zona del Pacífico Tropical y encontrándose que esta TSM afecta la predictabilidad y

predicciones de Sudamérica (Nobre et al, 2006). Estas relaciones son obtenidas con datos observados de al menos 30 a 40 años y cuyo grado de relación puede variar significativamente cuando vemos escalas de mayor tiempo (Garreaud y Aceituno, 2007).

Desde un plano global, estas dos grandes porciones oceánicas del Pacífico Occidental tienen efectos sobre las precipitaciones en el Perú, y su influencia a nivel de cuenca se determina evaluando estas teleconexiones a través de técnicas estadísticas con el objetivo de mejorar la predicción estacional.

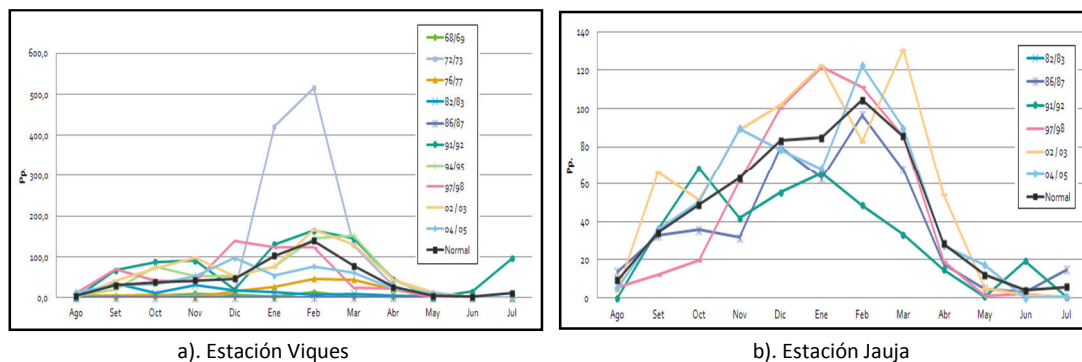
La teleconexión sobre la cuenca del Mantaro durante los años Niño, físicamente se explica de la siguiente manera: la posición de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur (ZCPS) es desviada hacia el este por ondas Rossby atmosféricas, teniendo efectos con la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) (Lenters y Cook, 1999), quien a su vez juega un papel crucial en la posición de la Alta de Bolivia sobre Sudamérica (Lenters y Cook, 1997); la ZCAS y AB, son sistemas que intervienen en la generación de las lluvias principalmente en la parte sur de la cuenca, mientras en la parte norte de la cuenca, se suma la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) la cual está modulado por el gradiente de la TSM en el Atlántico Ecuatorial, por lo que la correlación en esta zona es menor.

Por otro lado, se ha graficado la distribución temporal de la precipitación en dos estaciones ubicadas en los sectores norte y sur del valle del Mantaro (Viques y Jauja, respectivamente), para años catalogados como Niño y Niña, según Trenberth (1997). En la Gráfico 33 a,b puede observarse que en los años Niño las precipitaciones tienden a presentarse por debajo de su normal, a

excepción del año Niño 1972/73 que fue anteriormente tipificado como lluvioso.

Gráfico 33.

Distribución de las lluvias en años El Niño

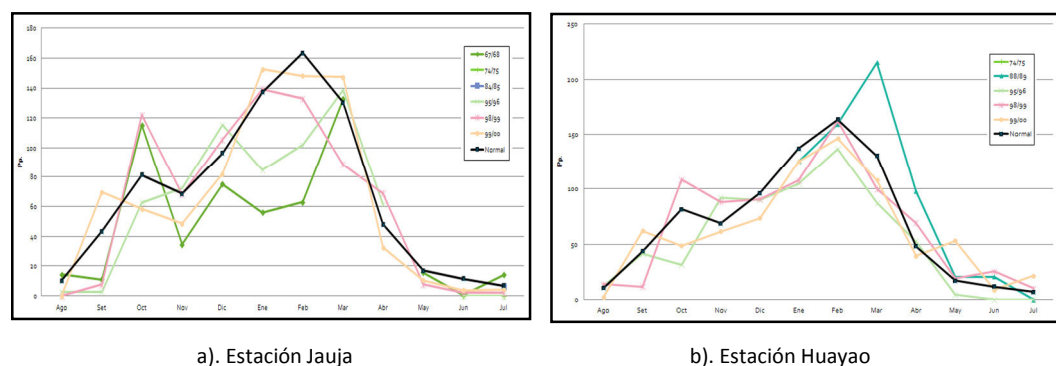


Fuente: Información de SENAMHI, elaboración propia

En años Niña (gráfico 34 a,b), las precipitaciones tienden a ser menos deficientes y más cercanas a sus valores normales, observándose algunos años Niña con lluvias por encima de su normal, especialmente en las estaciones ubicadas en el sector sur del valle (se presenta solo Huayao) como ocurrió en los años, 88/89, 98/99 y 99/00.

Gráfico 34.

Distribución de las lluvias en años La Niña



Fuente: información de SENAMHI, elaboración propia

Años extremos, los más cálidos y fríos²³

Utilizando los valores anuales estandarizados, se determinó para cada serie, los años que fueron más extremos, relativo a su longitud de periodo, los cuales se resumen en el cuadro 26.

Cuadro 26.

Períodos húmedos y moderados en la cuenca del Mantaro
Período 1965-2006

	Temp. mínimas anuales		Temp. máximas anuales	
	+ Cálidos	+ Fríos	+ Cálidos	+ Fríos
Huayao 1958-09	1959	1991	1983	1968
	2002	1974	1998	1961
	1961	1971	2005	1975
Jauja 1975-09	1979	1999	1981	2001
	1978	1996	1998	2002
	1987	1998	1997	1986
Santa Ana 1992-09	1998	1993	1995	1999
	2002	1992	1992	2001
	2001	1991	1994	2002
Viques 1998-09	1998	2003	2005	2003
	2009	2000	2008	2001
	2004	1999	2004	1999

Fuente: Silva, *et al*; 2010

Del cuadro 26, se puede inferir que un buen número de años con temperaturas extremadamente cálidas (sea en la máxima o la mínima) en el valle o algunas zonas de él, fueron años con ocurrencia de eventos con El Niño en el océano Pacífico ecuatorial (CPC/NOAA, 2009), de intensidad extraordinario (1982-83, 1997-98), o entre fuertes y moderados como fueron 1992, 2002, 1987 y 1958. Además, años extremadamente fríos se presentaron con La Niña, como en 1968, 1991, 1971, 1974, 1975, 1999, 2000, entre otros.

Los fenómenos asociados a las escalas temporales explicadas anteriormente están caracterizados, a su vez, por fenómenos de

(23) Silva, J; Transmonte, G.; Martínez, A.; Mosquera, K.; Latínez, K.; Zubieta, R.; Segura, B. (2010); Memoria del Subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura"; Instituto Geofísico del Perú (IGP); 107 pp.

tiempo atmosféricos de diferentes dimensiones espaciales y grados de intensidad que impactan de forma significativa el desarrollo de las actividades del ser humano en diferentes lugares o regiones donde son característicos. Hacen parte de la fluctuación normal del clima y por si solos no constituyen, por muy extremos que sean, fundamento valido para hablar de cambio climático. Solo cuando las anomalías obedecen a una tendencia de largo plazo (30 años o más) y se modifican los patrones normales, podemos hablar en estos términos

3.4.4. Efectos del Cambio Climático en el Valle del Mantaro

Actualmente la población percibe el incremento de la variabilidad climática natural y los cambios en las condiciones regulares del clima (temperatura, lluvias, humedad) porque los eventos climáticos extremos son cada vez más intensos y frecuentes en el mundo. Los impactos del cambio climático tendrán una mayor incidencia sobre los países en desarrollo, que paradójicamente son los que menos han contribuido al calentamiento global.

Según el Tyndall Center (Organismo Internacional sobre Cambio Climático), el Perú sería el tercer país más afectado por el cambio climático, después de Bangladesh y Honduras, debido a que sus actividades económicas (agricultura y ganadería) dependen de la estabilidad del clima. En el país, tanto los científicos como la población en general perciben claramente el cambio climático.

El nevado Huaytapallana es la principal fuente de vida para el valle del Mantaro, sus aguas son usadas tanto para el consumo humano como para las actividades productivas.

El nevado en los últimos 20 años ha experimentado una disminución del 50% su contorno glaciario, debido probablemente a que en los últimos 50 años ha habido un incremento de 1.3 °C de la

temperatura máxima en la cuenca del río Mantaro según estudios del IGP.

Este retroceso glaciar está dando lugar a grandes consecuencias desfavorables para el medio físico (medio biótico), como por ejemplo, la escasez de agua, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad, y en el medio socioeconómico; pérdidas en la agricultura, ganadería, acuicultura que dependen básicamente del clima.

Las lagunas más representativas que dependen del nevado Huaytapallana son: la laguna Lasuntay que tiene una capacidad de almacenamiento del recurso hídrico de 520 mil m³; sin embargo, solo esta almacenando alrededor de 294 mil metros cúbicos, y la laguna Chuspicocha esta almacenando alrededor de 188 mil m³, pese a que puede almacenar hasta 430 mil m³.

En la agricultura, el IGP (2005b) señala que en la cuenca del Río Mantaro los cambios en su clima han producido diversos efectos como la exacerbación de los problemas de rancho en los meses de mayor intensidad de lluvias, y de gorgojo en los períodos de sequía. Además, sostiene que el aumento de la temperatura genera una mayor resistencia de las plagas, requiriéndose productos más fuertes y en dosis mayores produciendo deterioro ambiental.

El IGP (2005b) ha estimado un aumento de la intensidad de las heladas en Jauja a razón de -0.95°C por década, que significaría un -4,75°C proyectado a 50 años. Estos datos se correlacionan con el descenso de la temperatura máxima durante los meses de verano (enero a marzo) y como consecuencia el enfriamiento del valle sería hasta de -3 °C, siendo incluso hasta de -5 °C en la zona oriental.

Capítulo IV.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología es calificada como una investigación descriptiva²⁴, aplicada y analítica²⁵.

La metodología aplicada en la elaboración de la presente tesis, consta de cuatro fases:

Cuadro 27.

Fases de la Metodología

FASES	DESCRIPCIÓN
FASE I	Recopilación de información primaria y secundaria; especificación y conversión de la data, cuya finalidad es obtener los mapas temáticos, los mismos que serán utilizados en el Modelamiento cartográfico.
FASE II	Tratamiento de la información meteorológica, estos datos son obtenidos de las estaciones meteorológicas, se realiza la calidad de la data de la temperatura máxima, temperatura mínima y de la precipitación para la obtención de los mapas de amenaza (sequías agrícolas y heladas agrometeorológicas).
FASE III	Aquí se generaron los modelos cartográficos y se detalla la metodología para las variables meteorológicas así como la ponderación para cada mapa temático, obteniendo como resultado los mapas a nivel mensual de riesgo Agroclimático.
FASE IV	Generación de mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo agroclimático.

Fuente: Elaboración Propia

(24) Comprende la descripción, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y procesos de los fenómenos.

(25) Consiste en establecer la comparación de variables entre grupos de estudio y de control sin manipular las variables.

4.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

Es en esta fase donde se desarrollará la formación de la Base de Datos a través de la recopilación de información necesaria que puede ser encontrada en informes, estudios, datos tomados en campo, mapas cartográficos, información catastral, meteorológica y estadística.

Esta fase llega a ser la columna vertebral, dado que todas las conclusiones, se sustentarán significativamente en la base de datos.

4.1.1. Cartografía Temática

- Carta Nacional 1: 100 000 (Instituto Geográfico Nacional Peruano – IGN)
- Curvas de nivel (50 mt.)
- Hidrografía
- Vías principales y secundarias
- Límite del valle del Mantaro (INRENA, se usó este límite porque abarca todas las capitales de distrito, mostrando resultados más precisos)
- Centros poblados; capital de distrito, provincia y departamento

4.1.2. Datos Meteorológicos

Para el presente proyecto de investigación se obtuvo un total de 47 estaciones meteorológicas a lo largo de todo el Valle del Mantaro y 5 estaciones más ubicadas alrededor del valle aproximadamente, 20 Km.; extraídas de la red de estaciones del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), estas estaciones contienen información meteorológica a partir de 1931 hasta el 2010. De estas 47 estaciones meteorológicas se eligió previamente 12 debido a que las demás estaciones tuvieron pocos años de funcionamiento (1983 a 1987) siendo poco útil su información para este estudio.

Se usaron datos diarios de precipitación, temperatura mínima, temperatura máxima, de 12 estaciones meteorológicas (1

climatológica principal, 7 climatológicas ordinarias, 2 pluviométricas, 1 AAGRO, 1 MAP).

A continuación se presentan la relación de estaciones con su respectiva ubicación, altitud, período y categoría, y el mapa de ubicación de las estaciones a emplear (Mapa N°1).

Cuadro 28.

Listado de Características de Estaciones Meteorológicas.

Nro.	Código	Estaciones	Altitud (msnm)	Latitud			Longitud			Años de Registro		Símbolo categoría	Símbolo condición
1	112056	HUAYAO	3365	12	2	1	75	20	20	01/03/1931	31/10/2009	CP	F
2	111097	INGENIO	3390	11	52	51	75	17	16	01/08/1963	31/10/2009	CO	F
3	111005	JAUIJA	3370	11	46	45	75	28	27	01/01/1935	31/10/2009	CO	F
4	112063	SAN LORENZO	3320	11	51	1	75	23	1	01/09/1963	31/10/2003	CO	F
5	112083	SANTA ANA	3295	12	0	15	75	13	15	01/01/1992	31/10/2009	MAP	F
7	112184	SHULLCAS	3600	12	0	0	75	9	8	01/10/1997	31/10/2009	PLU	F
8	112037	VIQUES	3186	12	9	8	75	14	14	01/03/1964	31/10/2009	CO	F
9	112051	ACOSTAMBO	3675	12	21	20	75	3	2	01/01/1989	31/10/2009	CO	F
10	112059	LAIVE	3860	12	15	8	75	21	19	01/01/1963	31/10/2009	CO	F
11	112137	SAN JUAN DE JARPA	3726	12	2	1	75	25	1	01/01/1963	31/03/1997	PLU	P
12	112028	SAN JUAN DE JARPA	3600	12	7	7	75	25	24	01/04/1997	31/10/2009	CO	F

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – 2010

Descripción de categoría	Símbolo
Climatológica Ordinaria	CO
Climatológica Principal	CP
Meteorológica Agrícola Principal	MAP
Pluviométrica	PLU
Estación en funcionamiento	F
Estación paralizada	P

4.1.3. Mapas temáticos

Mapas Geológicos, Geomorfológico, Ecológico, Edafológico, Fisiográfico, de Suelos (tipo, textura, pendiente, cantidad de materia orgánica, nivel de pH), Zonas de Vida, Uso actual de suelo.

Además se usó mapas socioeconómicos como; cantidad de habitantes por distritos, índice de necesidades básicas insatisfechas por distrito, pobreza, zonas urbanas, etc.

4.1.4. Software

Para el proyecto de investigación se utilizó los siguientes softwares:

- Arc GIS 9.3.1.
- RClimDex 2.14.2 (diagnóstico de eventos extremos climáticos)
- CIRH (Calculo de Índices del Régimen Hídrico)
- CROPWAT FAO 8.0
- Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 17.0.0

Técnicas de Recopilación en la Investigación de campo

En esta fase entra todo lo concerniente a las características de la zona y la población que se puedan extraer “in situ” del área de estudio.

Esta fase está conformada por diferentes técnicas de recopilación:

- Observación.- Verificación de coordenadas e información completa de los mapas temáticos así como también de la cartografía del mapa base obtenida del Instituto Geográfico Nacional Peruano (IGN), deben contener todo lo necesario para realizar una buena utilización de los datos.
Observar en campo: los cultivos de papa, técnicas que se usan para lograr buena cosecha, como vive la población, etc.
- Encuestas.- Uso de un listado de preguntas escritas que se entregan a la población que conforma el área de estudio, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Ese listado se denomina cuestionario.
- Entrevistas.- Dialogo a pobladores acerca de temas particulares que puedan ayudar al proyecto.

- Fotografías.- Toma de fotografías del área de estudio, estilo de vida de pobladores, etc.

Técnicas de Investigación Post campo

En esta fase se procederá a ordenar la información mediante diversas técnicas, como son: comparación, identificación, interpretación, evaluación y análisis (llenado de matrices); para luego pasar al modelamiento de los datos.

4.2. TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Previamente a realizar algún estudio, proyecto e investigación donde intervenga información meteorológica, éstas deben de haber pasado previamente por varios controles de calidad, para así asegurar que haya homogeneidad y buen uso de los datos.

El tratamiento estadístico de datos requiere, como condición básica, que estos sean de la misma naturaleza, del mismo origen, obtenidos mediante observaciones y mediciones que hayan seguido procedimientos y métodos semejantes. Es por este motivo la importancia de la homogeneidad de la muestra.

Por esta razón, la data meteorológica debe de estar completa y ordenada además no debe de presentar registros mal digitado, repetido o inexistente.

No deben presentar tampoco datos no razonables (cantidades de precipitación diarias menores que cero y temperatura máxima diaria menor que temperatura mínima diaria) ni “outliers”.

Los “outliers” son definidos como valores que se alejan mucho de una nube de puntos y atrae la media poblacional hacia su extremo. Los “outliers” pueden llegar a ser un auténtico valor excepcional o puede tratarse de un error de diseño, medición o cálculo, esto se corrobora haciendo uso de las planillas meteorológicas que me brindo SENAMHI.

Control de calidad en Series de Temperaturas

Para realizar la calidad de la data se revisó los datos de temperatura máxima y temperatura mínima diaria de cada estación.

No se trabajó con todas las estaciones, una de la primeras razones fue que algunas solo contienen datos de precipitación (son estaciones pluviométricas) y otra razón fue por los años de funcionamiento que presentan algunas estaciones, son muy pocas y no será útil para determinar la distribución que mejor se ajusta a los datos, además cuando la investigación a realizar involucra al clima los datos de registro deben ser no menor de 20 años.

Para el presente proyecto debido a la baja densidad de estaciones que se encuentra en el área de estudio que cumplan con esta regla se vio por conveniente tomar estaciones que posean un registro casi completo hasta la actualidad y que además su tiempo de registro sea mayor a 10 años y que estén operativas hasta la actualidad, obteniéndose sólo las siguientes estaciones:

Cuadro 29.

Listado de Estaciones para control de calidad de Temperatura

Nro.	Código	ESTACIONES	AÑOS DE REGISTRO		Tiempo de registro	Símbolo categoría	Código condición
1	112056	HUAYAO	1/3/1960	31/10/2010	50años	CP	F
2	111005	JAUIJA	1/1/1960	31/10/2010	50 años	CO	F
3	112037	VIQUES	1/5/1999	31/10/2010	12 años	CO	F
4	112083	SANTA ANA	1/1/1992	31/10/2010	19 años	MAP	F
5	112051	ACOSTAMBO	1/1/1989	31/10/2010	21 años	CO	F
6	112059	LAIVE	1/1/2001	31/10/2010	10 años	CO	F
7	112028	SAN JUAN DE JARPA	1/4/1998	31/10/2010	13 años	CO	F
8	111097	INGENIO	1/1/2001	31/10/2010	10 años	CO	F

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – 2009

Primero se completaron con -99.9 a los datos faltantes en cada registro, para que pueda ser identificado en el programa “R Climdex” y así poder determinar los “outliers”.

La tabla generada conteniendo los “outliers” será revisada, observando si los valores sobrepasan por mucho los valores definidos, si ocurriera este caso se revisará la data en las planillas meteorológicas para corroborar si fue un valor excepcional o fue error de digitación. Si el dato no se aleja mucho del valor definido se seguirá usando ese valor.

Otra forma que también se usó para identificar los “outliers” fue mediante el diagrama de cajas, este gráfico nos permite visualizar las características de centralización, localización, dispersión y forma de la distribución de frecuencias, además de permitir detectar datos atípicos de la muestra. Este gráfico fue realizado en el programa estadístico “SPSS”.

Seguidamente se utilizó las pruebas estadísticas de Fisher y T-Student, para constatar si los valores medios y las dispersiones de dos períodos equivalentes dentro de cada estación son estadísticamente iguales; con esto se comprobaría la homogeneidad de los datos que ha tenido cada estación a lo largo del tiempo que ha estado operando.

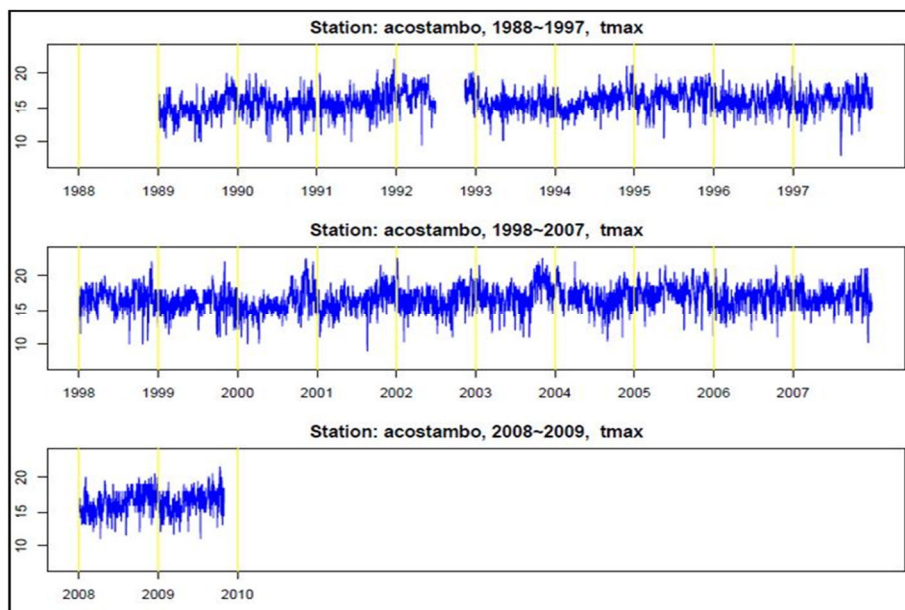
A continuación se mostrará el control de calidad de la data de la temperatura máxima para la estación de Acostambo.

Estación Acostambo

Presentó outliers que no representaron mayor problema debido a que los valores de temperatura no eran tan distantes de los límites de valores que muestra el programa R Climdex.

Gráfico 35.

Variación de Temperatura Máxima. Período 1989 – 2009
Estación Acostambo



Fuente: Extraído del programa RClimindex 2010

Para la prueba de Fisher y t- student se cogió dos períodos de evaluación estos no deben contener datos dudosos y debe tener una forma definida, esto último se comprueba a simple vista (presenta datos altos y seguidamente la temperatura descende en un mismo año); el primero período fue de 1993 – 2000 y el segundo fue 2001 – 2008.

Para el caso de la prueba de Fisher el resultado es que hay gran relación entre ambas varianzas de los dos períodos designados ($F= 0.864$) pero estas no llegan a ser iguales.

Hecha esta prueba estadística pasamos a realizar la prueba t-Student teniendo como dato previo que las varianzas no son iguales, se observa que las medias estadísticas de ambos periodos tampoco llegan a ser iguales (ya que $P(T \leq t) \text{ dos colas} \geq 0.05$).

Observamos, según estas dos pruebas estadísticas realizadas para los dos períodos, que ambos no llegan a tener una relación concreta; cuando esto generalmente ocurre es porque la temperatura se está viendo influenciada

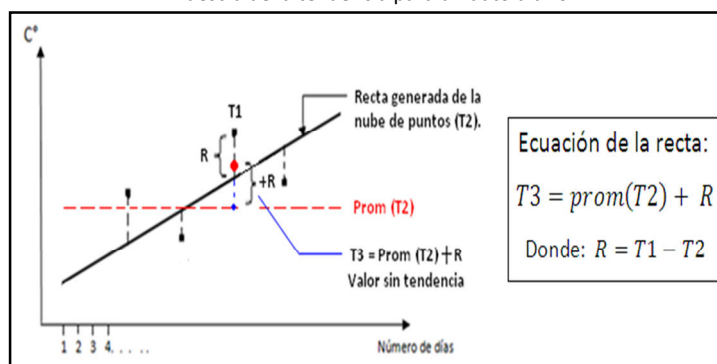
por un agente externo, el cambio climático; este genera una tendencia de temperatura máxima con valores cada vez más altos de los que en realidad debería ser.

Entonces debemos de eliminar esa tendencia y realizar una nueva prueba t-Student para los nuevos valores de temperatura que se generarán; estos nuevos valores ($T3$) serán calculados a partir de la adición de dos datos, el primero será el promedio de todos los datos generados por una ecuación lineal donde el eje “x” será reemplazado por el número de días que transcurre desde el funcionamiento de la estación y el segundo dato será calculado a partir de la diferencia entre el valor real de temperatura que toma la estación ($T1$) y el valor generado por la ecuación ($T2$) denominándosele valor residual (R). (Ver gráfico 38)

En la gráfica siguiente se observa la recta generada por la nube de puntos expresada por la ecuación $T2 = y = Ax + B$, donde el eje “x” será el número de días y el eje “y” serán los valores de las temperaturas teóricas ($T2$).

Gráfico 36.

Muestra de la tendencia para un dato diario.



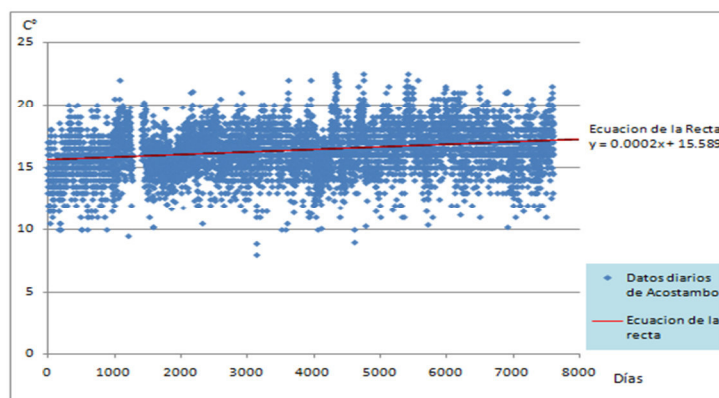
Fuente: Elaboración propia

Realizamos la prueba t-Student para la nueva serie sin tendencia obteniéndose que los períodos si poseen medias iguales desde el punto de vista estadístico, por tanto hay homogeneidad. (Ver apéndice)

Gráfico 37.

Gráfico de Dispersión de la Temperatura máxima. Estación Acostambo

Período 1989 – 2009



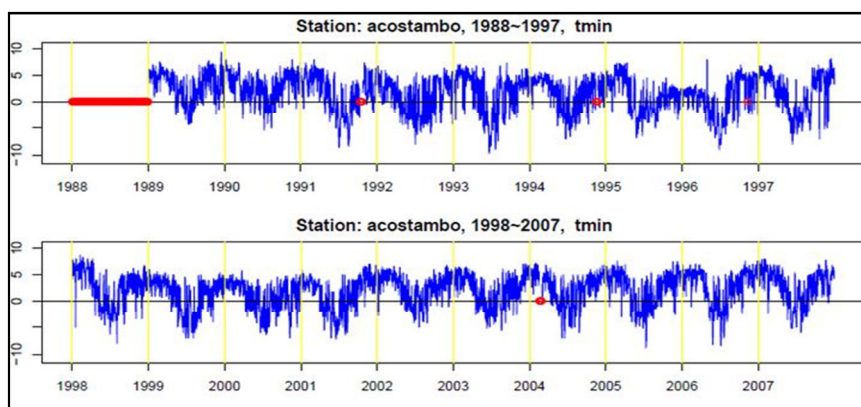
Fuente: Elaboración propia

De la misma forma se procede para los datos de temperatura mínima y se obtiene lo siguiente, se cogió dos periodos de evaluación; el primero fue de 1989 – 1998 y el segundo fue 1999 - 2008, obteniéndose los siguientes resultados para la temperatura mínima:

Gráfico 38.

Variación de Temperatura Mínima. Período 1989 – 2009

Estación Acostambo



Fuente: Extraído del programa RCLindex 2010

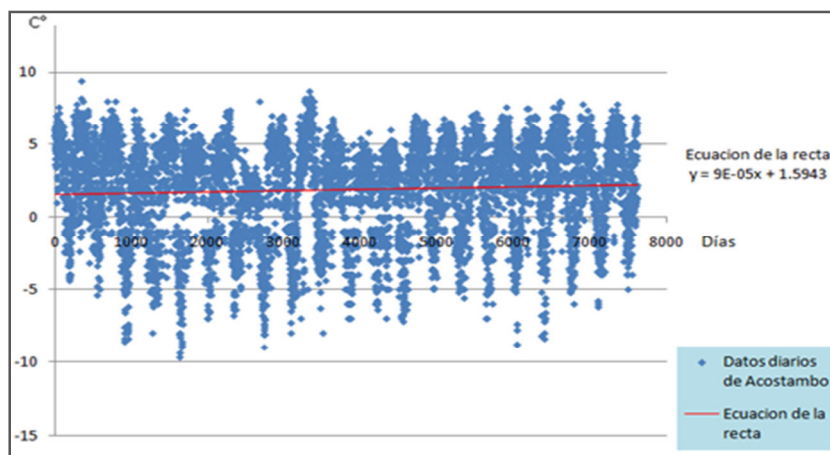
Siguiendo el mismo procedimiento anterior se realiza las pruebas estadísticas de Fisher y t-Student para las temperaturas mínimas, con los mismos periodos que para el caso de temperatura máxima. Ninguna de las pruebas estadísticas se ajustan a los datos, nuevamente se genera la

ecuación lineal de puntos, al final se obtiene la nueva prueba t-Student para los datos de la serie sin tendencia.

De aquí se demuestra que los períodos poseen medias iguales (ya que $P(T \leq t)$ dos colas ≥ 0.05), por tanto hay homogeneidad entre ambos períodos de la estación.

Gráfico 39.

Gráfico de Dispersión de la Temperatura mínima. (Acostambo)
Período 1989 – 2009

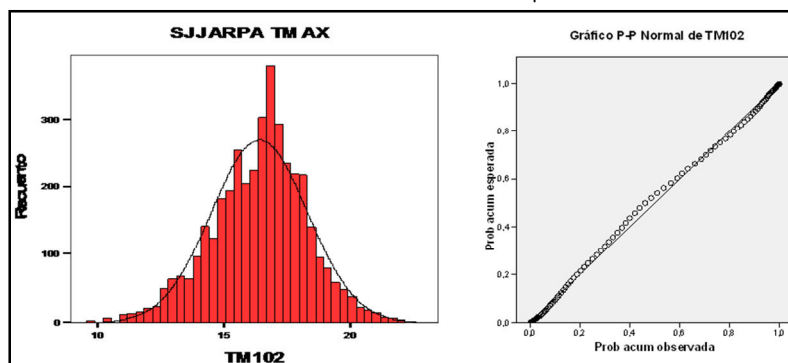


En el apéndice se describe las mismas pruebas estadísticas para las demás estaciones, se observa que no todos los valores se ajustaron mucho a las pruebas estadísticas y esto sucede debido a que estas pruebas son generales, es decir se usan para infinidad de variables no solamente variables meteorológicas es por esta razón que estas pruebas no llegan a ser tan determinantes para la variable temperatura. Al menos nos permite observar la alta relación que existen entre dos períodos de tiempo de una estación, en cuanto a su media y su dispersión.

También se realizaron las pruebas de normalidad, para esto se usó los histogramas y P-P plot que son generados mediante el programa SPSS.

Esto se hizo para comprobar que los datos de temperatura se ajustan casi a una distribución normal o Gaussiana.

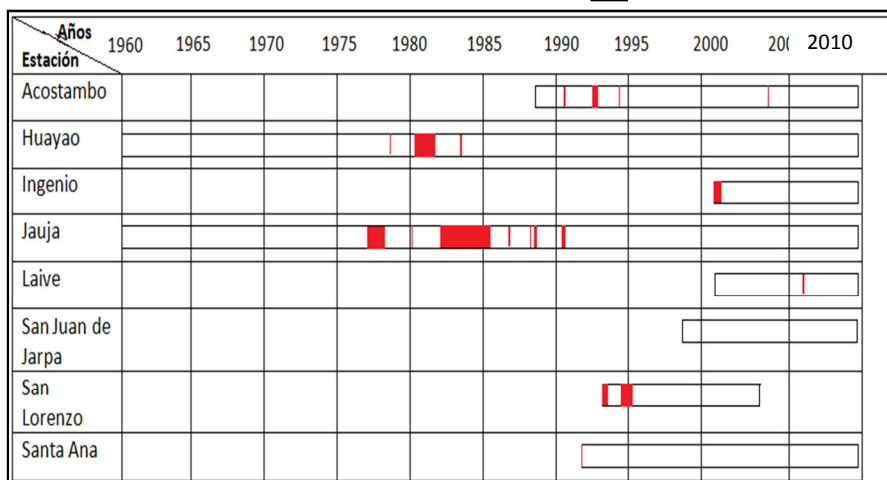
Gráfico 40.
Histograma y Gráfico P-P plot de la Temperatura Máxima
Estación San Juan de Jarpa



Fuente: Extraído del programa SPSS 2010

Se presenta además una tabla mostrando las series de tiempo de la temperatura máxima y mínima para observar que los datos vacíos no superan el 25% de la información total por cada estación, si esto sucediera tendría que elegirse otra estación; el siguiente cuadro muestra si hubo saltos mostrándose también las reubicaciones de las estaciones a lo largo del tiempo.

Gráfico 41.
Series de Tiempo de las Estaciones para Temperatura Máxima
Datos diarios faltantes



Fuente: Elaboración propia

A nivel de todas las estaciones no se encontraron saltos en todo el tiempo de funcionamiento que tienen, la única estación que fue reubicada fue la estación Jauja en 1985 que se movió 200 mt.

También en el control de calidad se tuvo que corregir datos mal digitado o mal transcrito, para esto tuve que acceder a las planillas meteorológicas de las estaciones, así se hicieron algunas rectificaciones:

Cuadro 30.

Relación de Datos corregidos para estaciones meteorológicas

Estación	Fecha (Año/ mes / día)			Dato original	Dato corregido	Tipo de Temperatura
Jauja	1980	7	7	10.2	20.2	Máxima
San Juan de Jarpa	2008	5	1	-17.1	-1.7	Mínima

Fuente: Elaboración propia 2010, datos extraídos de las planillas meteorológicas – SENAMHI

A continuación se muestra una tabla con casi todos los grados de correlación entre todas las estaciones (todas salieron $r > 0.70$). Estos datos van a servir para completar vacíos mensuales que se presentan en determinadas estaciones, esto se hizo usando el método de regresión simple usando la data histórica de la misma estación.

Cuadro 31.

Correlaciones de datos de temperatura entre las estaciones meteorológicas

		ACOSTAMBO	HUAYAO	INGENIO	JAUIA	LAIVE	SJARPA	STA_ANA
ACOSTAMBO	Correlación de Pearson	1	.709**	.671**	.611**	.526**	.726**	.642**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	7440	7410	3093	7182	3175	3930	6294
HUAYAO	Correlación de Pearson	.709**	1	.671**	.776**	.593**	.697**	.599**
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	7410	17470	3106	16735	3106	3043	3423
INGENIO	Correlación de Pearson	.671**	.671**	1	.611**	.526**	.726**	.642**
	Sig. (bilateral)	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	3093	3106	3106	3106	3068	3093	3075
JAUIA	Correlación de Pearson	.611**	.776**	.671**	1	.622**	.788**	.782**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	7182	15725	3106	16365	3188	3943	6450
LAIVE	Correlación de Pearson	.526**	.593**	.526**	.622**	1	.612**	.614**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	3175	3106	3068	3188	3188	3175	3158
SJARPA	Correlación de Pearson	.726**	.697**	.726**	.788**	.612**	1	.612**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	3930	3043	3043	3943	3175	3943	3912
STA_ANA	Correlación de Pearson	.642**	.599**	.642**	.782**	.614**	.612**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	6294	3423	3075	6450	3158	3912	3423

**. La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Fuente: Extraído del programa SPSS

Control de calidad en Series de Precipitación

Para revisar la calidad de la data se revisó los datos de precipitación diaria de cada estación.

Por la misma razón que se hizo para el control de calidad de los valores diarios de temperatura, se eligió solo estaciones que cumplan con el tiempo de registro mayor a 10 años y que funcionen hasta la actualidad.

Se corrobora que los datos vacíos de la precipitación no superen el 25% de la información total por cada estación, si esto sucediera tendría que elegirse otra estación, debido a la ausencia de valores. Se obtuvo sólo las siguientes estaciones:

Cuadro 32.

Listado de Estaciones para control de calidad de Precipitación

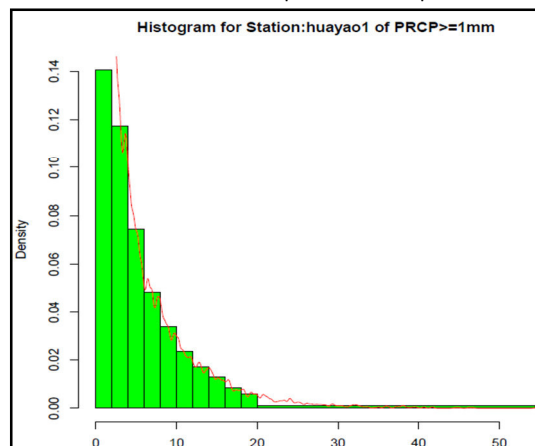
Nro.	Código	ESTACIONES	AÑOS DE REGISTRO		Tiempo de registro	Símbolo categoría	Código condición
1	112056	Huayao	1/3/1960	31/10/2009	50 años	CP	F
2	111005	Jauja	1/1/1960	31/10/2009	50 años	CO	F
3	112083	Santa Ana	1/1/1992	31/10/2009	18 años	MAP	F
4	112051	Acostambo	1/1/1989	31/10/2009	21 años	CO	F
5	112059	Laive	1/1/1963	31/10/2009	47 años	CO	F
6	112028	San Juan de Jarpa	1/1/1968	31/10/2009	42 años	CO	F
7	111097	Ingenio	1/1/1963	31/10/2009	47 años	CO	F
8	112184	Shullcas	1/1/1997	31/10/2009	13 años	PLU	F
9	112037	Viques	1/1/1964	31/10/2009	46 años	CO	F

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – 2010

Se realizaron las pruebas de normalidad, para esto se usó las gráficas obtenidas del programa R Climdex.

Gráfico 42.

Distribución con forma de “J” de Precipitación diaria para Estación Huayao



Fuente: R Climdex

Para el estudio de la variabilidad temporal de las precipitaciones es usual el uso de la función de distribución gamma. Guerra (1985) elige la distribución gamma por ser apropiada para variables dotadas de cero (como es el caso de las precipitaciones en los meses de verano) y por la asimetría significativa de las muestras de precipitaciones.

Algunas estaciones cambiaron de ubicación como fue el caso de Jauja en 1985 y San Juan de Jarpa en 1997, y también fueron recategorizadas como fue el caso de Ingenio en el 2000 y Viques en 1999 que pasaron de ser estaciones pluviométricas a climatológica ordinaria respectivamente.

El siguiente cuadro muestra todos los grados de correlación que existe entre todas las estaciones involucradas, para observar qué tanta homogeneidad hay entre ellas, viéndose que existe una alta correlación, debido a que los coeficientes de correlación de la gran mayoría supera los 0.500 ($r \geq 0.500$).

Cuadro 33
Correlaciones de datos de precipitación entre las estaciones

		Acostambo	Huayao	Ingenio	Jauja	SJJarpa	Sta Ana	Viques	Shullcas
Acostambo	Coefficiente de correlación	1.000	.531**	.480**	.482**	.521**	.534**	.407**	.495**
	Sig. (bilateral)	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4249	4249	4218	4249	4241	4218	4249	4157
Huayao	Coefficiente de correlación	.531**	1.000	.609**	.629**	.713**	.750**	.512**	.547**
	Sig. (bilateral)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4249	4261	4230	4261	4253	4230	4261	4169
Ingenio	Coefficiente de correlación	.480**	.609**	1.000	.632**	.572**	.626**	.430**	.512**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4218	4230	4230	4230	4222	4199	4230	4138
Jauja	Coefficiente de correlación	.482**	.629**	.632**	1.000	.627**	.633**	.434**	.517**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000
	N	4249	4261	4230	4261	4253	4230	4261	4169
SJJarpa	Coefficiente de correlación	.521**	.713**	.572**	.627**	1.000	.670**	.497**	.542**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000
	N	4241	4253	4222	4253	4253	4222	4253	4161
Sta Ana	Coefficiente de correlación	.534**	.750**	.626**	.633**	.670**	1.000	.511**	.597**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000
	N	4218	4230	4199	4230	4222	4230	4230	4138
Viques	Coefficiente de correlación	.407**	.512**	.430**	.434**	.497**	.511**	1.000	.424**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000
	N	4249	4261	4230	4261	4253	4230	4261	4169
Shullcas	Coefficiente de correlación	.495**	.547**	.512**	.517**	.542**	.597**	.424**	1.000
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.
	N	4157	4169	4138	4169	4161	4138	4169	4169

Fuente: Extraído del programa SPSS

4.3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y MODELAMIENTO DE DATOS

El análisis a través de modelos, es una técnica que nos permite evaluar un gran grupo de elementos, procesos y relaciones de interdependencia que ocurren entre ellos, para llegar a una buena toma de decisiones.

El modelamiento cartográfico es un conjunto de operaciones, de análisis y comandos interactivos utilizando mapas que actúan como una superposición, cuyo fin es procesar decisiones de tipo espacial²⁶.

El modelamiento tiene por finalidad caracterizar, determinar, predecir o simular un proceso o fenómeno a través de expresiones lógicas, funciones, ecuaciones u otro tipo de relaciones formalmente escrita en una matriz numérica (modelo).

Categorías principales de modelamiento:

Modelo Descriptivo

Este modelo presenta información directamente de los patrones y distribuciones de rasgos o elementos espaciales. Dicho modelo no conduce a recomendaciones. Su análisis es limitado, cuyo propósito es recuperar, presentar información espacial, básicamente es la elaboración de un mapa.

Modelo de Simulación

El modelo trata de crear escenarios ficticios o potencialmente reales simulando un fenómeno complejo de la naturaleza, o los que estiman que puedan suceder bajo ciertas condiciones.

Requiere de un alto grado de experiencia técnica y varía en el grado de estar relacionado a un SIG. Una vez generado un modelo de simulación éste puede ser utilizado para evaluar diferentes características de los datos.

(26) Tomlin, 1990, citado por DEMERS, 1997

Modelo de Decisión

Dicho modelo, es una técnica SIG de gran potencial, trata de generar escenarios futuros de acuerdo a tendencias o modelamiento estadístico a partir de datos de ocurrencia histórica y reales. Se analiza la forma como intervienen los factores en el tiempo, cómo están asociados e identifica que factores son adecuados en el proceso de la solución de un problema. Puede ser considerado como recomendaciones estructuradas, usadas conjuntamente con los modelos anteriores.

Los modelamientos aplicados en las amenazas y vulnerabilidad son de tipo de decisión y descriptivo respectivamente. De decisión porque se ha usado tendencias estadísticas para determinar probabilidad de ocurrencia de las amenazas y descriptivo porque presenta información socioeconómica extraída de Censos, encuestas, tablas para su posterior espacialización y representación en un mapa.

Para la construcción del modelamiento de amenazas se ha tomado como unidad de análisis las estaciones meteorológicas y luego su posterior especialización a través de la interpolación.

En la construcción del modelo de vulnerabilidad se ha tomado como unidad de análisis los distritos que conforman el departamento.

En esta fase es donde se realiza el diseño de modelos, se formaliza la estructura (matriz numérica) del mismo, posteriormente se califica y pondera las variables y los parámetros según la homogenización (convertir cualitativamente datos que se encuentran en forma cuantitativa y cualitativa) previa. Posteriormente se efectúa la ejecución automatizada del mismo lo cual permite obtener la síntesis o resultados, los que son evaluados permanentemente hasta conseguir el resultado óptimo.

Para la ponderación de las variables de las amenazas y la vulnerabilidad se tomó como referencia el siguiente cuadro.

Cuadro 34.

Matriz de valores para Modelamiento

Grado o Nivel	Valor de cada nivel	MAPAS TEMÁTICOS A PONDERAR		
		Variable 1	Variable 2	Variable 3
MUY ALTO	3,0			
	2,9			
	2,8			
	2,7			
	2,6			
	2,5			
ALTO	2,4			
	2,3			
	2,2			
	2,1			
	2,0			
MEDIO	1,9			
	1,8			
	1,7			
	1,6			
	1,5			
BAJO	1,4			
	1,3			
	1,2			
	1,1			
	1,0			

Fuente: Zonificación Ecológica y Económica base para el Ordenamiento Territorial del Dpto. de Cajamarca, Gobierno Regional de Cajamarca, 310pp.

Los mapas previos para la determinación de amenaza y vulnerabilidad han sido ponderados de acuerdo al grado de peligrosidad que posee cada uno de estos valores para los cultivos y la población (forma cuantitativa), los valores asignados para cada variable se muestra en las siguientes páginas así como la descripción de los niveles de cada variable.

En el capítulo 5, se ahonda más en este tema, calculándose los algoritmos para cada variable.

Ver anexos Nro.6 y Nro.7 para observar el proceso que se siguió para la determinación del Riesgo Agroclimático.

4.3.1. Indicadores de las variables

Las variables que conforman la estructura conceptual (en su mayoría variables de vulnerabilidad); se describen de manera resumida en el Cuadro N°35, precisando los atributos más importantes, indicadores y fuentes de información.

Cuadro 35.

Variables e indicadores de la Vulnerabilidad

	Variables	Atributos	Indicador	Fuente de información
Bienes Financieros	Acceso a crédito	Tiene acceso No tiene acceso	Nro. de viviendas	Encuesta
	Población Económicamente Activa (PEA)	Nro. de pobladores	Nro. de pobladores	INEI; Censo 2007
	Pobreza extrema A nivel distrital	Población pobre	% de población	INEI; ENAHO, 2007
	Maquinaria agrícola	Posee No posee	Nro. de viviendas	Encuesta
	Ingreso familiar per cápita mensual	Ingreso mensual	Ratios	PNUD, PERU 2002
Bienes Físicos	Material de vivienda	Tipo de material de vivienda	Viviendas	INEI Censo 2007
	Asistencia Técnica	Nro. de instituciones	Nro. de viviendas	Encuesta
	Infraestructura de riego	Posee No posee	Nro. de viviendas	Encuesta
	Zonas Urbana y Rurales	Zona Urbana Zona Rural	Centros poblados	MINEDU 2002
	Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)		Nro. de viviendas	INEI Censo 2007
Capital Humano	Escolaridad			PNUD, PERU 2002
	Alfabetización	Personas >15 y que saben leer	Nro. de pobladores	INEI Censo 2007
Capital Natural	Acceso a agua	Posee No posee	Nro. de viviendas	Encuesta
	Uso de semillas certificadas	Grado de uso	Nro. de viviendas	Encuesta
	Uso de fertilizantes químicos	Grado de uso	Nro. de viviendas	Encuesta
	Uso de abono orgánicos	Grado de uso	Nro. de viviendas	Encuesta

	Zonas de vida	Simbología de zona ecológica		INRENA
	Geología	Eras geológicas		INGEMMET
	Geomorfología	Características		
	Textura del suelo	Tipos	Distritos	IGP, 2010
	Cantidad de Materia Orgánica (MO)	características	Distritos	IGP, 2010
	Potencial de Hidrogeno	Cantidad	Distritos	IGP, 2010
	Pendiente	Grado de pendiente		Elaboración propia
Bienestar Inicial	Estado nutricional	Características	Nro. de viviendas	Encuesta
	Gente enferma	Posee No posee	Nro. de viviendas	Encuesta
	Seguridad en localidad	Características	Nro. de viviendas	Encuesta
	Cantidad de enfermeras	Características	Nro. de viviendas	Encuesta
Auto protección	Conocimiento técnico	Asistencia a talleres	Nro. de viviendas	Encuesta
	Acceso a seguros agrícolas	Posee No posee	Nro. de viviendas	Encuesta
Protección Social	Bomberos	Grado de Presencia	Nro. de viviendas	Encuesta
	Defensa Civil	Grado de Presencia	Nro. de viviendas	Encuesta
	Organización de Socorro	Grado de Presencia	Nro. de viviendas	Encuesta
	Capacitación	Recibe No recibe	Nro. de viviendas	Encuesta
Ejercicio del Poder	Desigualdad contra la mujer y grupos étnicos	Grado de desigualdad	Nro. de viviendas	Encuesta
	Presencia de ONGs	Grado de Presencia	Nro. de viviendas	Encuesta
	Comunicación	Existe medios No existe	Nro. de viviendas	Encuesta
	Libertad de prensa	Grado de Presencia	Nro. de viviendas	Encuesta
Falta de Resiliencia	Variedades_papa	variedades	Nro. de viviendas	Encuesta
	Zona_cultivo	Parte alta Parte baja		Elaboración propia

4.3.2. Elaboración de mapas de la temperatura mínima

La información primordial base en la cartografía climática llegan a ser los registros puntuales de las variables climáticas medidas en estaciones meteorológicas, series que han sido sometidas a un previo control de calidad. Pero surge un problema con estas variables climáticas, pues a pesar de que son continuas en el espacio, solamente se conoce los registros en pocos puntos y es a partir de esos pocos puntos desde los que debemos de espacializar los registros al resto del territorio en estudio. Así, en los puntos en los que no se dispone de información se ha de estimar el valor de la variable climática a cartografiar, siendo en definitiva los mapas climáticos aproximaciones que se pretende tengan un elevado grado de ajuste con la realidad.

Para lograr esto con la mayor eficiencia posible es que se aplica una técnica que está tomando fuerza en estos últimos años, llega a ser la combinación de técnicas de estadística con los sistemas de información geográfica (SIG), denominada “Geoestadística”. Esta metodología tiene una gran ventaja la precisión, ya que al ser más precisa, permiten inferir información sobre áreas donde no lo hay. Esta es una ventaja que se hace notar mucho en nuestro país, ya que poseemos una red de estaciones de baja densidad. De esta manera, la geoestadística, genera datos más precisos, permitiendo tener un mejor manejo de la información a nivel espacial.

Se utilizó 8 estaciones meteorológicas que se encuentran dentro y fuera del límite de valle del Mantaro.

El método aplicado para la generación de mapas de la temperatura mínima fue el método de regresión lineal múltiple.

Este método propuesto por Ninyerola *et al.*, (2000) y usado por Quevedo, K. y Sánchez, K. (2009) está basado en técnicas de regresión lineal múltiple y de interpolación espacial de los datos provenientes de las estaciones meteorológicas, relaciona la información geográfica (variables independientes) con la información climática (variable dependiente). Lo resaltante de este método es que al final los mapas resultantes son corregidos utilizando sus propios residuales del mismo análisis de regresión lineal múltiple.

La fórmula general de la regresión lineal múltiple usada se expresa así:

$$Y = AX_1 + BX_2 + CX_3$$

Donde:

Y, variable dependiente (información climática: temperatura mínima)

X₁, X₂, X₃; variables independientes (longitud, altitud, latitud)

A, B, C; constantes

El procedimiento cartográfico comienza a partir de la selección de las variables independientes que tiene un rol importante en la explicación de la variabilidad espacial de diferentes elementos del clima. Estas variables corresponden a capas en formato ráster generadas para los ejes "X", "Y" ó "Latitud", "Longitud" del ámbito de estudio, así como la generación de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) a partir de diferentes procedimientos de análisis, fundamentalmente cálculo de distancias en Sistemas de Información Geográfica (SIG), estos archivos raster han sido generados a una resolución espacial de 100 metros de celda, cubriendo toda el área del valle del río Mantaro.

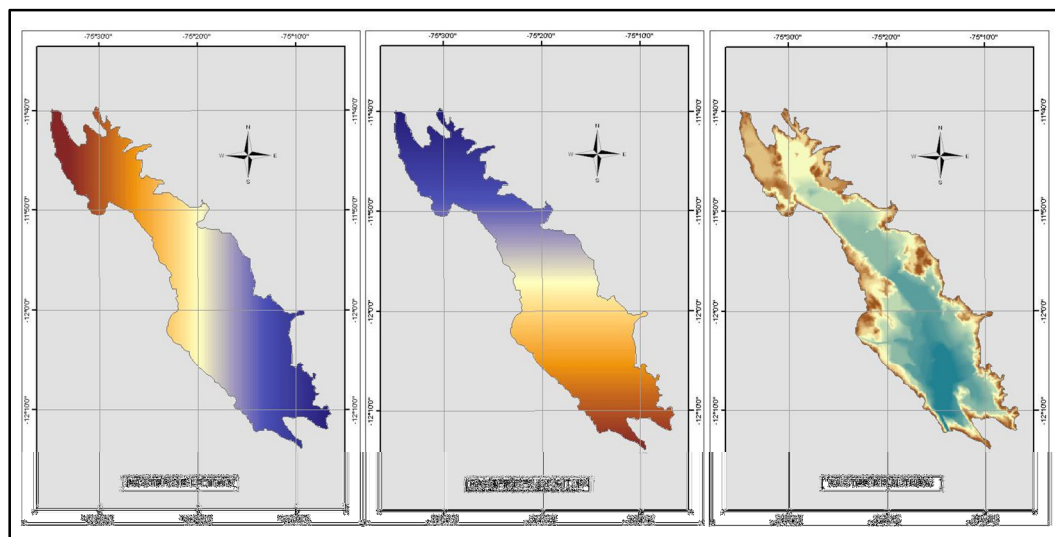
Las variables independientes consideradas son la longitud, la latitud y la elevación. En todos los casos el período utilizado para la cartografía se normalizó al 1960-2010.

Seguidamente se genera la base de datos en Excel, aplicando la fórmula de regresión lineal múltiple obtenemos las constantes que serán usados en la ecuación de regresión múltiple (A, B, C).

Cuando ya se realizó toda la base de datos, se procederá a realizar el álgebra de mapas en el Arc GIS 9.3, que consiste en aplicar un conjunto de operadores sobre una o varias capas ráster de entrada para producir un o varios ráster de salida. Estos operadores, que pueden ser aritméticos, trigonométricos, lógicos o condicionales; se aplican mediante ecuaciones a cada celda del ráster de entrada. Para realizar esta operación se hizo uso de la herramienta Ráster Calculator, del programa Arc GIS 9.3; el cual además permite realizar cálculos matemáticos entre mapas temáticos o varios mapas resultantes.

Gráfico 43.

Rásters de las variables independientes: latitud, longitud y altitud; respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la modelización no son exactos, es decir, que la aplicación de los modelos de regresión múltiple hace que las predicciones no coincidan con el valor medido en las estaciones meteorológicas. Este error es conocido en la aproximación final de la cartografía como *residual*, y es causada por las variaciones locales del clima que no reproducen bien los modelos generales obtenidos mediante regresión múltiple.

Gracias al conocimiento de estas residuales es posible llevar a cabo una corrección de los modelos originales, teniendo en cuenta características climáticas de carácter más local, con la interpolación de los residuales. En cada estación el valor del residual se obtiene mediante:

$$\text{Residual (mes}_r\text{)} = \text{Real (mes)} - \text{Estimado (mes}_f\text{)}$$

Cuadro 36.

Relación de estaciones meteorológicas para cálculo de temperatura mínima

Estación	XUTM	YUTM	Alt	Ene	ene_f	ene_r
Acostambo	494446,38	8632947,00	3533,7	4,3	4,4	-0,1
Huayao	463196,41	8668198,00	3364,8	6,7	6,7	0,0
Ingenio	467446,38	8687197,00	3380,5	5,8	5,6	0,2
Jauja	447696,38	8697448,00	3373,2	6,1	6,5	-0,4
Laive	461446,38	8645448,00	3837,1	2,9	3,1	-0,2
San Juan de Jarpa	452946,38	8659698,00	3650,0	5,4	4,9	0,4
Viques	474946,38	8655697,00	3200,0	7,8	7,9	-0,1
Santa Ana	475946,38	8672947,00	3300,0	6,5	6,3	0,2

Fuente: SENAMHI

Ya que estos residuales están distribuidos irregularmente en la zona de estudio es necesario interpolarlos para obtener mapas de corrección.

De esta forma, con la suma del mapa de residuales interpolados y el mapa resultado de la aproximación mediante los modelos de regresión, se modifican los resultados iniciales del modelo y se obtienen valores reales en los puntos de las estaciones meteorológicas ($\text{Observado} = \text{Estimado} + \text{Residual}$), obteniéndose al final 8 mapas mensuales de temperatura mínima correspondiente a la campaña agrícola Set.-Abr. (mapas N°7 al N°14).

4.3.3. Evaluación de las Amenazas

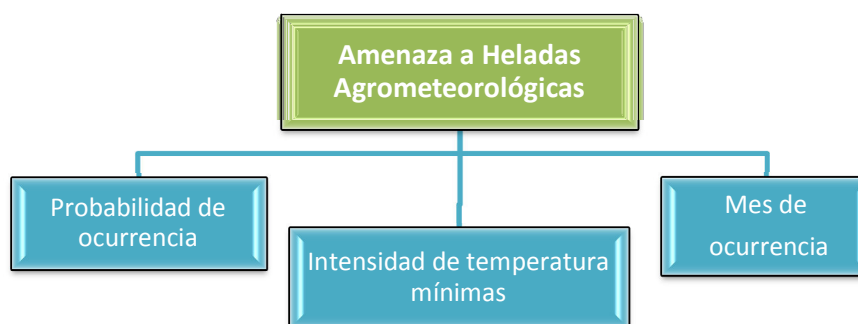
El mapa de amenazas se obtuvo por medio de una calificación realizada según “criterio experto”, es decir combinando las intensidades e índices de regiones climáticas con la probabilidad de ocurrencia. El principio considerado ha sido que zonas de mayor temperatura mínima y sequía junto con mayor probabilidad de ocurrencia de estos eventos, deberían ser calificadas con un mayor grado de amenaza al fenómeno estudiado.

A. Amenaza de Heladas Agrometeorológicas

Para la determinación de las heladas agrometeorológicas correspondiente a la papa, se consideró los parámetros mostrados en el gráfico 44:

Gráfico 44.

Parámetros para determinación de heladas agrometeorológicas



Fuente: Elaboración propia

➤ Mapa de probabilidad o frecuencia de ocurrencia de heladas

Para una adecuada planificación, en vez de conocer las medias de los distintos elementos meteorológicos, es mejor conocer la probabilidad de que se produzcan los mismos. Las probabilidades suministran índices de la posibilidad de que se produzcan determinados niveles o valores críticos de fenómenos meteorológicos, lo que resulta muy útil para la planificación agrícola.

Esto es aún más importante en los casos de heladas y bajas temperaturas, que causan grandes perjuicios a la agricultura y se deben evaluar basándose no exclusivamente en los valores medios de las temperaturas mínimas, pues hay que tener en cuenta las temperaturas mínimas absolutas, o sea, las mínimas extremas. Para estos casos es fundamental una estimación de la probabilidad de que se dé determinado nivel del valor absoluto de la temperatura mínima del aire.

Ahora, para poder conocer los efectos que tienen, o parecen tener, algunas variables sobre otras y para correlacionar los datos, es necesario utilizar métodos matemáticos como el análisis de la regresión. Incluso aunque no exista relación causal entre las variables, podemos relacionarlas por medio de una expresión matemática que puede ser útil para estimar el valor de una de las variables cuando conocemos los valores de las demás, generalmente porque se obtienen más fácilmente o porque son antecesoras de la primera en el tiempo (Hoffmann y Vieira, 1977).

Una regresión calculada con los datos de un SIG permite interpolar los datos de probabilidad de que se produzcan temperaturas mínimas en todos los demás puntos donde no haya estaciones meteorológicas, mediante las relaciones que puedan existir con variables geográficas (latitud, longitud, altitud, pendiente, etc.).

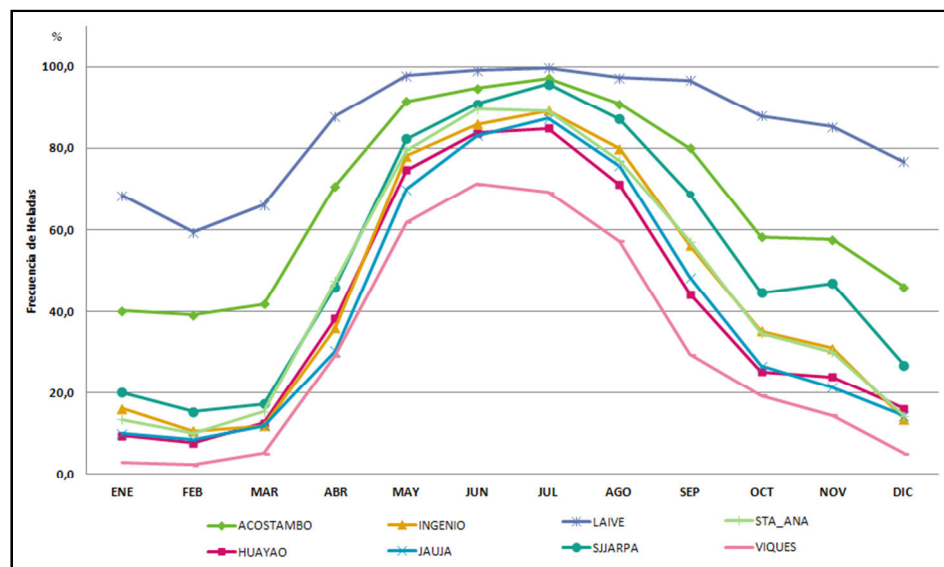
De este modo se calculó la probabilidad puntual de ocurrencia de la temperatura inferior a 4°C (ya que a partir de este nivel el cultivo de papa resulta dañado) en el valle del río Mantaro.

Para el análisis de todo este proceso se obtuvo información de la base de datos del SENAMHI (ver anexos).

Se calculó la cantidad de días por mes que durante el período de estudio (1960-2010) presentasen temperaturas por debajo de los 4°C. Obteniendo el gráfico siguiente:

Gráfico 45.

Frecuencia relativa (%) anual de heladas menores a 4°C



Fuente: Elaboración propia con data de SENAMHI

El gráfico nos muestra que la mayor frecuencia de heladas en gran parte de la cuenca se presenta en el invierno (junio-agosto), con un máximo en julio asociado a la ausencia de nubosidad y escasa humedad atmosférica y del suelo y a la dinámica de los vientos catabáticos (brisa montaña-valle), con una frecuencia de 10 - 25 días por mes en el sector sur del valle (Huayao). En verano, la frecuencia de heladas se reduce en gran parte del valle.

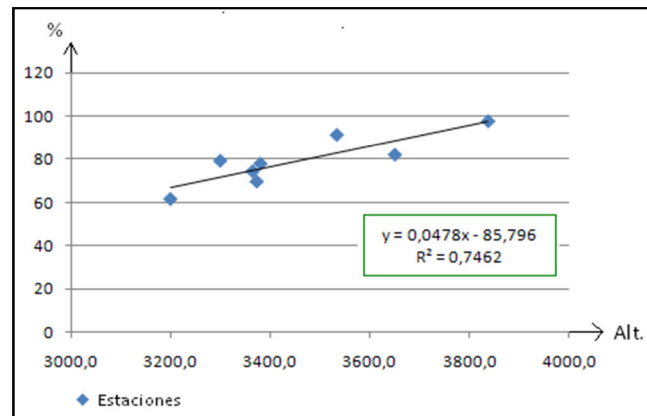
La variable independiente que mejor explica la variable dependiente (probabilidad) es la altitud, obteniéndose una ecuación de regresión lineal para cada mes. Ver apéndice.

Se determinará la regresión lineal para realizar todo el proceso de estimación. (Ver gráfico 46)

Los coeficientes de correlación para todos los meses superaron el 0.70 resultando ser muy significativas. (Ver apéndice).

Gráfico 46.

Tendencia lineal de la probabilidad de 4°C con referencia a la altitud para el mes de mayo



Fuente: Elaboración propia

Las ecuaciones obtenidas a partir de los análisis de regresión múltiple se procesaron espacialmente (0% < probabilidad < 100%) con el sistema GIS.

Según criterio de SENAMHI (1989) la frecuencia de heladas se establece de la siguiente manera:

Cuadro 37.

Clasificación de la frecuencia de ocurrencia de la temperatura mínima para caracterización de heladas

Zona	Frecuencia de ocurrencia (%)	Caracterización	Descripción de Riesgo
0	[0 – 2]	Años de helada muy raramente	Nunca ha presentado años helada.
I	]2 – 8]	Años de helada raramente	1 a 2 años helada en 50 años.
II	]8 – 20]	Años de helada eventualmente	1 a 2 años helada en 10 años.
III	]20 – 50]	Años de helada frecuentemente	3 a 4 años helada en 10 años.
IV	]50 – 100]	Años de helada muy frecuentemente	Helada casi todos los años

Fuente: SENAMHI (1989)

La ponderación para la distribución sería como sigue:

Cuadro 38.

Clasificación para la probabilidad de ocurrencia de heladas.

Zona	Clasificación de la probabilidad	Ponderación
0	Bajo	1.1
I	Bajo	1.4
II	Medio	1.8
III	Alto	2.3
IV	Muy alto	3.0

Fuente: Elaboración propia

➤ Mapa de Intensidad

Los mapas mensuales de temperatura mínima se obtienen en formato ráster, lo convertiremos en formato de línea (polígono) para que todos sean del mismo tipo.

Estos mapas nos indican la intensidad de las temperaturas más frías registradas en la zona, procederemos entonces a la clasificación según la intensidad de la temperatura mínima que puede afectar al cultivo de papa (tuvimos en cuenta las temperaturas mínimas que afectan al cultivo). Debajo de 4°C el cultivo de papa resulta afectado.

Encontramos a nivel histórico de toda la data obtenida (1960-2009), que los valores de la temperatura mínima que han afectado a la agricultura oscilan durante los meses de Setiembre a Mayo (período de siembra en el valle) entre 4.0°C y -4.6°C.

Se considera como valor máximo y mínimo a 4.0°C y -4.0°C.

Cálculo de Intervalos

Para el cálculo de número de intervalos se aplica la regla Sturges definida de la siguiente manera:

$$NI = 1 + 3.332[\log n]$$

Dónde: n = cantidad de datos enteros

La cantidad de datos enteros se expresa como la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo más uno. Quedando expresada como:

$$n = [X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}] + 1$$

Reemplazando valores obtenemos:

$$n = [4 - (-2)] + 1$$

Se calcula que el valor de “n” es 7.

Reemplazando en la primera fórmula tenemos que el número de intervalos es:

$$NI = 1 + 3.332[\log 7] = 3.810 = 4$$

Cálculo de rango de intervalos

El cálculo de rangos se determina así:

$$R = \frac{[X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}]}{NI} = 2$$

Este rango genera una mayor representatividad de la temperatura mínima en el valle.

Cuadro 39.

Clasificación para la temperatura mínima en relación a su intensidad

Descripción	Clasificación de intensidad	Ponderación
]-2 °C - 0 °C]	Muy alto	3.0
]0 °C - 2 °C]	Alto	2.3
]2 °C - 4 °C]	Medio	1.8
> 4 °C	Bajo	1.4

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 40.

Descripción de los rangos de intensidad

Descripción de la intensidad	Ponderación
Muy Alto ; en todas las etapas fenológicas de la papa, temperaturas menores a 0°C ya resultan ser perjudiciales para el cultivo.	3.0
Alto ; el cultivo ya presenta sensibilidad a temperaturas bajas.	2.3
Medio ; es una helada muy suave, el cultivo resiste.	1.8
Bajo , no se ha registrado daño a nivel histórico para el cultivo de papa.	1.2

Fuente: Elaboración propia

➤ Mes de ocurrencia

Según Villegas (1991), el propone 3 períodos que se utilizan hasta la actualidad para el desarrollo de los cultivos en el valle del Mantaro.

Cuadro 41.

Clasificación del mes de ocurrencia en relación al período de cultivo

Meses	Fenología de la papa	Clasificación por mes de ocurrencia
Set.-Oct.	Siembra	Alto
Oct.-Nov.	Emergencia	Alto
Oct.-Nov.	Brotes laterales	Alto
Nov.-Dic.	Botón floral	Alto
Nov.-Dic.	Floración	Alto
Ene.- Feb.	Plena Floración	Muy Alto
Feb.-Mar.	Maduración	Muy Alto
Mar.-Abr.	Cosecha	Medio

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 42.

Descripción de la clasificación para mes de ocurrencia

Descripción del mes de ocurrencia	Ponderación
Muy alto ; es la época de mayor desarrollo del cultivo y con temperaturas menores a 0°C el cultivo ya resulta bastante perjudicado, el cultivo ya está en su fase de floración y maduración lechosa.	2.9
Alto ; es la época de mayor siembra (78%), el cultivo resiste temperaturas bajas (en su etapa de Brotamiento resiste hasta -2°C), en estos meses el cultivo aun no presenta flores, por eso resiste un poco más.	2.3
Medio ; es la época de mayor cosecha (50%), la papa ya tienen el tamaño necesario para la venta, la helada no lo dañara tanto.	1.8
Bajo ; No genera amenaza debido a que no hay siembra en estos meses (invierno), los mismos agricultores conocen del peligro tanto a las heladas como a las sequías, así que prefieren esperar.	1.3

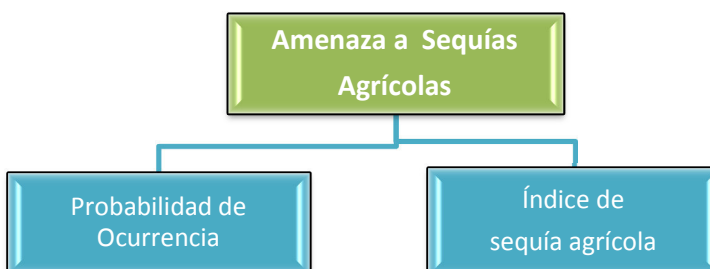
Fuente: SENAMHI (1989) y Villegas (1991)

B. Amenaza de Sequías Agrícolas

Para la determinación de las sequias agrícolas en función de la papa, se consideró los parámetros mostrados en el gráfico siguiente:

Gráfico 47.

Parámetros para determinación de sequías agrícolas



➤ Índice de Sequía Agrícola (ISA)

Cuando se trata de representar espacialmente la sequía es necesario fijar la intensidad del fenómeno de forma objetiva mediante el cálculo de un índice de sequía y delimitar la extensión de la misma, haciendo un análisis de la distribución espacial del índice para definirla.

La relación que se va utilizar es la precipitación efectiva (Pp. Efec). Este valor surge debido a que no toda la lluvia precipitada es aprovechada por los cultivos, ya que las condiciones físicas del suelo, así como el estado de humedad del mismo en el momento de la lluvia, condicionan la fracción aprovechable de ésta. La precipitación efectiva o aprovechable por los cultivos es uno de los elementos básicos a considerar en la ecuación de balance hídrico. Ocupa un papel fundamental en la planificación del riego, el uso y manejo eficiente de los recursos hídricos dedicados a esta actividad, y la Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc), que llega a ser la necesidad hídrica del cultivo, y se calcula como el producto de la evapotranspiración referencial (ETo) y el coeficiente del cultivo Kc:

$$ETc = Kc \times ETo$$

Dónde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo [mm/d]

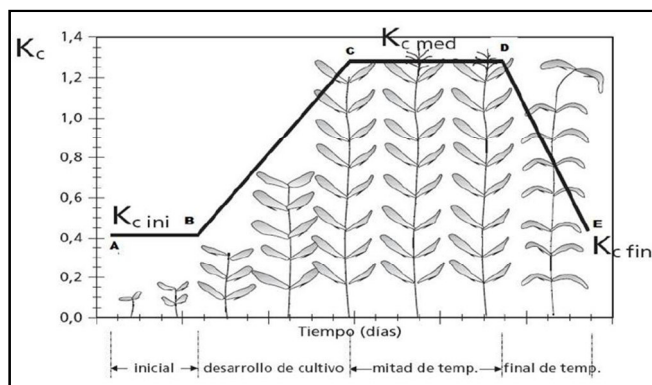
Kc = Coeficiente del cultivo [adimensional]

ETo = Evapotranspiración referencial [mm/d]

Debido a las variaciones en las características propias del cultivo durante las diferentes etapas de crecimiento, Kc cambia desde la siembra hasta la cosecha. En el siguiente gráfico se presenta en forma esquemática, dichos cambios.

Gráfico 48.

Curva generalizada del Coeficiente de Cultivo.



Fuente: Estudios FAO Riego y Drenaje 56

La razón por la que se decidió trabajar con estos valores es porque expresan indistintamente, la cantidad de agua que aprovecha el cultivo (Pp_Efec) y la cantidad de agua que necesita el cultivo (ETc). Un exceso o déficit entre estos dos valores provocara estrés hídrico.

El índice de sequía para el cultivo de papa (ISA) se expresa de la siguiente manera:

$$ISA = \frac{Pp_Efec}{ETc}$$

Dónde: ISA está entre 0 y 1.

Para la obtención de estos dos valores se utilizó el programa CROPWAT 8.0 (perteneciente a la FAO), los datos que se ingresaron previamente al sistema fueron:

- ET_0 mensual (Evapotranspiración referencial).
- Precipitación mensual.
- Fechas de etapas de desarrollo del cultivo (setiembre-abril).
- Datos de suelo (tipo de suelo, humedad del suelo disponible total, profundidad radicular máxima,

tasa máxima de infiltración de la precipitación, etc.)

Gráfico 49.

Área de trabajo del programa CROPWAT 8.0

The screenshot displays the CROPWAT 8.0 software interface with four active windows:

- ETo mensual - untitled:** A table for monthly evapotranspiration (ETo) in mm/day. The months listed are Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre, and Promedio.
- Precipitación mensual - untitled:** A table for monthly precipitation (Precip.) in mm. The months listed are Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre, and Total. The 'Método Prec. E.T.' is set to 'Método USDA 5.C.'.
- Cultivo - untitled:** A window for crop management. It includes fields for 'Nombre del Culti.', 'Siembra' (06/12), and 'Cosecha'. It also features a graph showing the crop growth cycle with stages: inicial, desarrollo, med, fin de desarrollo, and total. Below the graph are fields for 'Prof. radicular (m)', 'Agotam. crítico (fracción)', 'F. respuesta rend.', and 'Altura de cul. (m)'. There is also an 'opcional' field.
- Suelo - untitled:** A window for soil data. It includes fields for 'Nombre del suelo' and 'Datos generales de suelo'. The data fields are: 'Humedad de suelo disponible total (ED-CMPT)' in mm/metro, 'Tasa máxima de infiltración de la precipitación' in mm/día, 'Profundidad radicular máxima' in centímetros, 'Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)' in %, and 'Humedad de suelo inicialmente disponible' in mm/metro.

The bottom status bar shows the following tabs: Archivo E To, Arch. de prec., Archivo de cultivo, Archivo de suelo, Siembra (06/12), Archivo pat. de cultivo, and Arch. de progr.

Luego que se ingresan estos valores; el programa obtiene la precipitación efectiva, ETc, requerimiento de agua y reducción del rendimiento (%).

El programa se corrió para 5 estaciones dentro del área de estudio; Jauja, Huayao, Santa Ana, Ingenio y Viques, ya que éstas tuvieron información durante el período de estudio (1960-2010). Aproximadamente 50 años de estudio.

La data que se ingresó al programa fue para el tiempo de duración de la campaña agrícola más usada por los agricultores, según la encuesta realizada, esta fue Set-Abr., empezando desde la campaña 1960-1961 hasta 2009-2010. Para determinar los valores de los rangos del ISA, se observó la tabla de reducción del rendimiento de

papa (ton/Ha), el requerimiento de riego y además la tabla de años secos y húmedos de SENAMHI, 2011.

Se observó que los años en que se registró años secos meteorológicos hubo registros de sequía agrícola, sin embargo en los años que hubo índices altos de sequía agrícola no se registró necesariamente años secos meteorológicos. Ver apéndices

Cuadro 43.

Clasificación del Índice de sequía agrícola

Valores	Clasificación	Ponderación
[1.00 – 0.75]	Bajo	1.3
]0.75 – 0.65]	Medio	1.8
]0.65 – 0.45]	Alto	2.3
]0.45 – 0.00]	Muy Alto	3.0

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 44.

Descripción de la categoría del Índice de sequía agrícola

Descripción del Índice de sequía agrícola (ISA)	Ponderac.
Muy alto ; Sequía extrema, el agua que retiene el cultivo no es suficiente para su desarrollo. Se tendría que regar una cantidad superior de agua de lo que aprovechó el cultivo en un inicio. Ato estrés hídrico para el cultivo de papa.	3.0
Alto ; Sequía moderada, la precipitación efectiva no llega a cubrir las necesidades de agua que necesita el cultivo, solo se necesitaría regar una cantidad que pase la mitad de agua de lo que aprovechó el cultivo en un inicio (más del 50%). Presencia de estrés hídrico.	2.3
Medio ; Casi normal, la deficiencia de agua comienza a hacerse notar, hay reducción en el rendimiento el poblador tiene que tomar las precauciones del caso.	1.8
Bajo ; humedad leve, Los valores de precipitación efectiva y ETo son parecidos, solo se hace necesario agregar la cuarta parte de precipitación efectiva como riego.	1.3

Fuente: Elaboración propia

El parámetro estándar para las 5 estaciones meteorológicas fue que se aplicó bajo condiciones de secano.

Sólo las estaciones de Huayao y Jauja tenían data a partir de 1960. Es por esto que las 5 estaciones fueron homogenizadas y completadas al mismo período común: 1992-2010.

Se completó información de evapotranspiración (1992-2001) para las estaciones de Ingenio y Viques pues éstas solo tenían información de precipitación. Ver apéndice.

➤ Probabilidad de ocurrencia de las sequías

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de las sequías se usará la frecuencia relativa, también llamado enfoque empírico, que determina la probabilidad sobre la base de la proporción de veces que ocurre un evento favorable en un número de observaciones. En este enfoque no se utiliza la suposición previa de aleatoriedad, porque la determinación de los valores de probabilidad se basa en la observación y recopilación de datos.

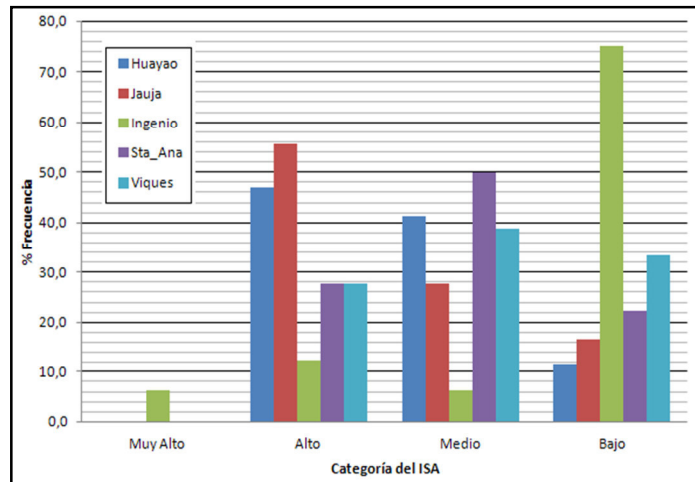
Este enfoque empírico conduce a valores objetivos de probabilidad, en el sentido de que los valores de probabilidad indican a largo plazo la tasa relativa de ocurrencia del evento.

El problema llega a ser las pocas estaciones que se encuentran dentro del Valle para la estimación de eventos extremos. Es por esta razón que los valores serán interpolados en modo Inverse Distance Weighted (IDW)

en Arc GIS 9.3., obteniendo resultados para todo el valle del Mantaro.

Gráfico 50.

Frecuencia relativa (%) de las categorías del ISA



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 45.

Frecuencia relativa (%) para probabilidad de ocurrencia (1992-2010)

%	Clasificación del ISA			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Huayao	0,0	47,1	41,2	11,8
Jauja	0,0	55,6	27,8	16,7
Ingenio	6,3	12,5	6,3	75,0
Santa Ana		27,8	50,0	22,2
Viques		27,8	38,9	33,3

Fuente: Elaboración propia

A partir del $ISA \leq 0.66$ (Alto) la sequía agrícola es una amenaza significativa para el cultivo, es por esta razón que para determinar la probabilidad de ocurrencia de este evento los valores alto y muy alto serán adicionados como uno solo.

El cuadro de clasificación de la probabilidad será:

Cuadro 46.

Clasificación de la probabilidad de ocurrencia

Valores	Clasificación	Ponderación
$\leq 0.25\%$	Bajo	1.3
$]0.25 - 0.35]\%$	Medio	1.8
$]0.35 - 0.50]\%$	Alto	2.3
$> 50\%$	Muy Alto	3.0

Fuente: Elaboración propia

El cuadro nos expresa que zonas que se encuentran sobre el 50% tendrán una muy alta probabilidad de que ocurra una sequía agrícola, así como zonas inferiores al 25% son zona donde la probabilidad de que ocurra una sequía agrícola sea baja.

4.3.4. Evaluación de la Vulnerabilidad

Para el cálculo de vulnerabilidad se elaboró una encuesta (Ver anexos) Para el cálculo de número de muestras se utilizó la siguiente fórmula, basado en muestreo aleatorio estratificado siendo el más eficiente el de “Afijación de Neyman (Mínima varianza)” realizado a nivel de vivienda:

$$n = \frac{(\sum_{h=1}^L W_h * S_h)^2}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{1}{N} * \sum_{h=1}^L W_h * S_h^2}$$

Dónde:

n: Tamaño de muestra

N: Tamaño de la población total (número de viviendas)

L: Número de estratos, son 4 estratos (Provincias), entonces L=4

E: Error de la muestra, E=0.05 (5% de nivel de significancia)

Z: Coeficiente de confianza de la muestra, para un nivel de confianza del 80% el Z=1.2816

W_h : Es el peso muestral estratificado, se calcula así:

$$W_h = \frac{N_h}{N}$$

Dónde:

N_h : Es el tamaño poblacional del estrato.

N: Es el tamaño poblacional total

S_h^2 : Varianza estimada, definida como:

$$S_h^2 = p_h * (1 - p_h) , \text{ donde } p_h = 0.5$$

De esta forma se obtendrá el tamaño de muestra "n".

Cuadro 47.

Calculo de número de muestras por estratos

Estratos	N_h	W_h	$W_h * p_h * (1 - p_h)$	$W_h * \sqrt{p_h * (1 - p_h)}$
Chupaca (n_1)	8819	0.0683	0.0170	0.0341
Concepción (n_2)	8034	0.0622	0.0155	0.0311
Huancayo (n_3)	90 148	0.6982	0.1745	0.3491
Jauja (n_4)	22 113	0.1712	0.0428	0.0856
Total (N)	129 114	1	0.25	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando los valores respectivos se obtiene $n=165$

$$n = \frac{(\sum_{h=1}^L W_h * S_h)^2}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{1}{N} * \sum_{h=1}^L W_h * S_h^2} = \frac{(0.5)^2}{\frac{0.05^2}{1.2816^2} + \frac{1}{129114} * 0.25} = 164.0287 \approx 165$$

Ahora obtenemos el tamaño de muestra (encuestas) para cada estrato (provincia), definida como:

$$n_h = \frac{n * W_h * S_h}{\sum_{h=1}^L W_h * S_h}$$

$$n_1 = \frac{n * W_1 * S_1}{\sum_{h=1}^L W_h * S_h} = \frac{165 * 0.068304 * 0.5}{0.5} = 11$$

Reemplazando para los demás estratos se tiene:

- Chupaca (n_1): 11 encuestas
- Concepción (n_2): 10 encuestas
- Huancayo (n_3): 115 encuestas
- Jauja (n_4): 29 encuestas

A. Exposición y susceptibilidad física

Las áreas expuestas serán todas las áreas en donde se realice una actividad agrícola intensiva y extensiva debido a que en todos los distritos se cultiva papa pero no todos tienen el mismo volumen ni destino, el 64% está orientado al consumo familiar y el 36% para el mercado (Según INIA).

La mayoría de los distritos que conforma el Valle del Mantaro, tanto sus capitales de distrito como sus centros poblados con mayor población se encuentran dentro del límite del valle. Sus zonas de cultivo mayoritario se encuentran también dentro del valle.

La mayoría de las unidades agropecuarias³⁰ (UA) de cada distrito son menores a 5Ha. siendo su característica principal el minifundio y la pequeña propiedad. Razón por la cual su producción es baja

Para determinar por tanto la superficie de actividad agrícola expuesta (Has), se hará uso del mapa de uso de tierras y del rendimiento de papa (Ton/Ha) a nivel distrital.

Para el caso de uso de tierras esta tendrá dos características; superficie de agricultura intensiva y no intensiva, estas se ponderan de acuerdo a quien resulta más afectada ante una amenaza climática.

(30) En el censo de 1994, unidad agropecuaria se define como «Es todo terreno o conjunto de terrenos utilizados total o parcialmente para la producción agropecuaria, conducidos por un Productor Agropecuario, sea cual fuere su tamaño, régimen de tenencia, y condición jurídica» El punto de referencia es la tierra.

En nuestro caso, será la agricultura no intensiva la que resulte más afectada debido a que es en estas áreas donde se cultiva en secano (dependen mucho de la época de lluvias), además estos pobladores son de bajos recursos (los más pobres del Valle) y en su mayoría son pequeños productores resultando más afectados económicamente ante un desastre ya que se quedarían prácticamente sin recursos para subvencionarse; a diferencia del otro tipo de agricultura que si cuenta con sistemas de riego y poseen recursos económicos como para superar los impactos de las amenazas climáticas.

Cuadro 48.

Descripción de la clasificación de la Exposición

Descripción áreas expuestas	Clasificación	Ponderación
Otros usos de suelo	Baja Exposición	1.2
Agricultura Intensiva	Media exposición	1.6
Agricultura extensiva o no intensiva	Muy Alta exposición	3.0

Fuente: Elaboración propia, ver mapa de uso de suelos.

El área aproximada de exposición alta llega a ser 53 843.85 Ha. que representa el 58.74% de todo el área del valle del Mantaro.

Para el caso de rendimiento ésta tendrá las siguientes clases:

Cuadro 49

Descripción del rendimiento del cultivo de papa (Ton/Ha)

Descripción (Ton/Ha)	Descripción	Ponderación
[10 – 11]	Bajo rendimiento	3.0
]11 – 13]	Medio rendimiento	2.3
]13 – 14]	Alto rendimiento	1.8
]14 – 15]	Muy alto rendimiento	1.2

Fuente: Elaboración propia

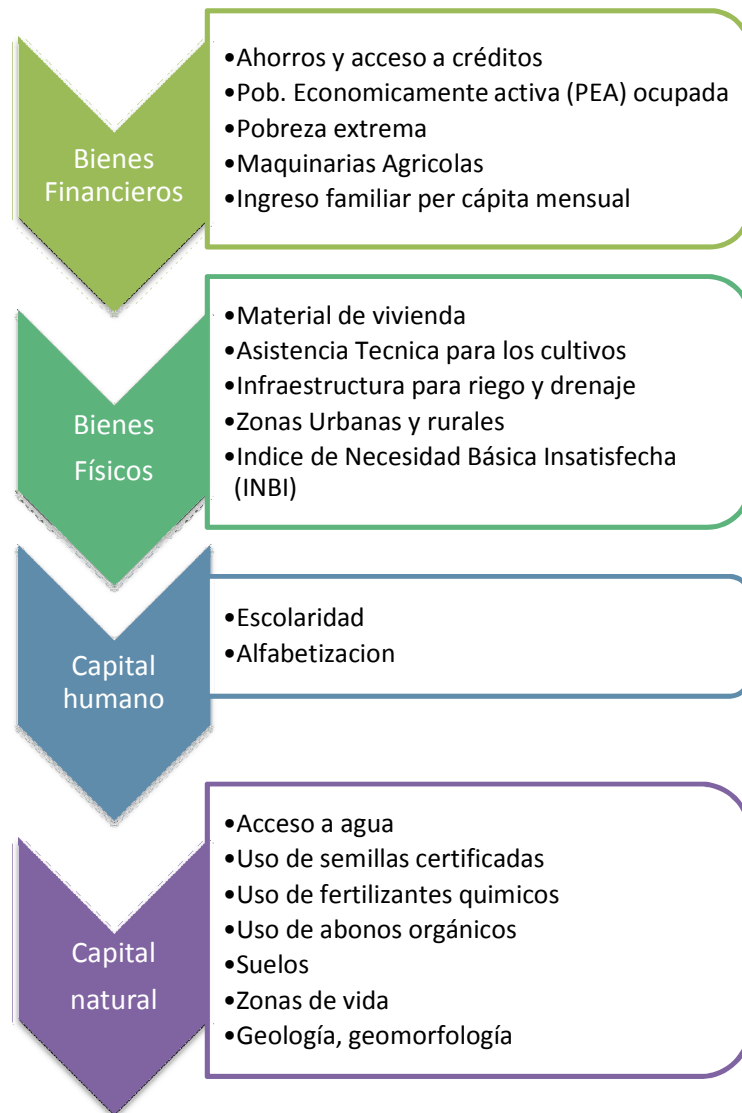
B. Fragilidad socioeconómica

Definida por cinco componentes principales, cada componente tendrá características definidas.

a) Fortaleza y estabilidad de los medios de vida

Gráfico 51.

Características de fortaleza y estabilidad de los medios de vida



Fuente: Elaboración propia

Para la primera característica, **bienes financieros**, se tendrá en cuenta cinco parámetros, estos se ponderan de la siguiente manera:

Cuadro 50.

Clasificación de Vulnerabilidad según Bienes Financieros.

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Ahorros y Acceso a créditos	Bajo	Si tiene	1.2
	Muy Alto	No tiene	3.0
Población Económicamente activa (PEA) ocupada en relación a su población total	Bajo	]45 - 55] %	1.3
	Medio	]35 - 45] %	1.8
	Alto	]25 - 35] %	2.3
	Muy Alto	]15 - 25] %	3.0
Pobreza Extrema	Bajo	[0 - 10] %	1.3
	Medio	]10 - 30] %	1.9
	Alto	]30 - 60] %	2.3
	Muy Alto	]60 - 100] %	3.0
Maquinaria Agrícola	Bajo	Si tiene	1.2
	Muy Alto	No tiene	3.0
Ingreso familiar per cápita mensual	Bajo	]300 - 500]	1.4
	Medio	]200 - 300]	1.9
	Alto	]100 - 200]	2.2
	Muy Alto	[0 - 100]	3.0

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

PEA ocupada se estima por habitantes.

Pobreza extrema se estima en porcentaje.

Ingreso familiar se estima en nuevos soles (S/.)

Descripción de clasificación Vulnerabilidad de Bienes

Financieros:

Muy Alto; No posee ahorro y acceso a créditos, la relación entre la PEA ocupada y su población total es menor del 25%, la población que se encuentra en pobreza extrema supera el 60%, no cuenta con maquinaria agrícola y sus ingresos son menores a S/.100.

Alto; la relación entre la PEA ocupada y su población total se encuentra entre 25 a 35%, la población que se encuentra en pobreza extrema oscila entre el 30% a 60% y sus ingresos están entre S/.100 y S/.200.

Medio; la relación entre la PEA ocupada y su población total se encuentra entre 35 a 45%, la población que se encuentra en pobreza extrema oscila entre el 10% a 30% y sus ingresos están entre S/.200 y S/.300.

Bajo; Si posee ahorros y tampoco acceso a créditos, la relación entre la PEA ocupada y su población total se encuentra entre 45 a 55%, la población que se encuentra en pobreza extrema es menor al 10%, cuenta con maquinaria agrícola y sus ingresos están superan los S/.300.

Para la segunda característica que corresponde a **bienes físicos** que posee el ser humano, se tendrá en cuenta cinco parámetros, éstos se ponderan de la siguiente manera:

Cuadro 51.

Clasificación de Vulnerabilidad según Bienes Físicos.

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Material de vivienda	Bajo	Ladrillo o bloque de cemento	1.3
	Medio	Madera	1.8
	Alto	Adobe y piedra	2.4
	Muy Alto	Quincha y otros de menor resistencia	3.0
Asistencia Técnica para cultivos	Bajo	Si reciben, hasta por 3 instituciones	1.3
	Medio	Si reciben, hasta por 2 instituciones	1.8
	Alto	Si recibe, de 1 institución	2.3
	Muy Alto	No reciben asistencia técnica	3.0
Estado de la infraestructura para riego y drenaje	Bajo	Bueno	1.3
	Medio	Normal	1.8
	Alto	Pobre	2.3
	Muy Alto	No tiene	3.0
Zonas Urbanas y Rurales	Bajo	Zona Urbana	1.2
	Muy Alto	Zona Rural	3.0
Índice de Necesidad Básica Insatisfecha (INBI)	Bajo	[0 – 25] %	1.4
	Medio	]25 – 50] %	1.8
	Alto	]50 – 75] %	2.3
	Muy Alto	]75 – 100] %	3.0

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

En asistencia técnica las instituciones serían: MINAG u otra institución del estado, ONGs y empresas privadas.

Hay muchas maneras de brindar asistencia técnica, puede ir desde la realización de obras de riego en las comunidades, realización de infraestructuras comunales (caminos, reservorios, centros de acopio) e implementar proyectos de desarrollo.

En INBI se cuenta los hogares con al menos una NBI.

Descripción de la clasificación de Bienes Físicos:

Muy Alto; Si la estructura de la vivienda es de quincha u otros de menor resistencia, en estado precario, no recibe asistencia técnica de parte de ninguna institución, no cuenta con infraestructura de riego, pertenece a una zona rural y su población presenta un INBI que supera el 50% del total.

Alto; Si la estructura de la vivienda es de adobe o piedra, sin refuerzos estructurales, recibe asistencia técnica de al menos 1 institución, el estado del canal de riego o acequia es muy rudimentario, pobre y su población presenta un INBI que oscila entre el 30% y 50% del total.

Medio; Si la estructura de la vivienda es de madera, sin adecuada técnica constructiva, recibe asistencia técnica de 2 instituciones, el estado del canal de riego no es tan rustico tiene un cuidado y limpieza adecuada y su población presenta un INBI que oscila entre el 10% y 30% del total.

Bajo; Si la estructura es sismorresistente con adecuada técnica constructiva de concreto o cemento, recibe asistencia técnica de parte de 3 instituciones, cuenta con infraestructura de riego de cemento y pertenece a una zona urbana y su población presenta un INBI por debajo del 10% del total.

Para la tercera característica que corresponde a **capital humano**, se tendrá en cuenta dos parámetros relacionados con la población total, estos se ponderan de la siguiente manera:

Cuadro 52.

Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Humano.

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Escolaridad	Bajo	]75 – 100] %	1.3
	Medio	]50 – 75] %	1.8
	Alto	]25 – 50] %	2.3
	Muy Alto	[0 – 25] %	3.0
Alfabetización	Bajo	]75 – 100] %	1.3
	Medio	]50 – 75] %	1.8
	Alto	]25 – 50] %	2.3
	Muy Alto	[0 – 25] %	3.0

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la clasificación de Capital Natural:

Muy Alto; cuando la escolaridad y la alfabetización no superan el 25% de la población total.

Alto; cuando la escolaridad y la alfabetización oscilan entre 25% y 50% de la población total.

Medio; cuando la escolaridad y la alfabetización oscilan entre 50% y 75% de la población total.

Bajo; cuando la escolaridad y la alfabetización son mayores al 75% de la población total.

Para la cuarta característica que corresponde a **capital natural**, se tendrá en cuenta varios parámetros, relacionado al cultivo de papa, estos se ponderan de la siguiente manera, la primera tabla corresponde a técnicas que deben acceder para mejorar su cultivo y crecer la producción, el segundo cuadro corresponde a característica naturales, donde se debe buscar las mejores condiciones para el desarrollo apropiado del cultivo y el último cuadro corresponde a las características que debe tener el suelo para el adecuado crecimiento del cultivo:

Cuadro 53.

Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Natural parte I.

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Acceso a fuentes de agua	Bajo	Si tiene acceso	1.2
	Muy Alto	No tiene acceso	3.0
Uso de semillas certificadas	Bajo	Alto uso	1.3
	Medio	Medio uso	1.8
	Alto	Bajo uso	2.3
	Muy Alto	No usa	3.0
Uso de fertilizantes químicos	Bajo	Alto uso	1.3
	Medio	Medio uso	1.8
	Alto	Bajo uso	2.3
	Muy Alto	No usa	3.0
Uso de abonos orgánicos	Bajo	Alto uso	1.3
	Medio	Medio uso	1.8
	Alto	Bajo uso	2.3
	Muy Alto	No usa	3.0

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 54.

Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Natural parte II.

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Zonas de Vida	Medio	Si pertenece a bh-MT	1.8
	Alto	Si pertenece a bs-MBT	2.3
Geología	Bajo	Sistema cuaternario perteneciente el Holoceno de la 1era y 2da glaciación.	1.3
	Medio	Era Mesozoica y el Sistema cuaternario perteneciente el Holoceno de la 3era glaciación y el holoceno reciente.	1.9
	Alto	Era Paleozoica	2.4
Geomorfología	Bajo	Fondo de valle y llanura aluvial	1.3
	Medio	Vsa-b	1.8
	Alto	Vs1-d / Vso-c	2.3
	Muy Alto	Vs2-d / Vs2-e	3.0

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

bh-MT Bosque húmedo Montano Tropical

bs-MBT Bosque seco Montano Bajo Tropical

Vs1-d Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada

Vs2-d Vertiente montañosa moderadamente empinada

Vs2-e Vertiente montañosa empinada a escarpada

Vso-c Vertiente allanada a disectada

Vsa-b Vertiente allanada

En este cuadro, teniendo como variables a la geología, geomorfología, y ecología; la ponderación es de manera que se pueda priorizar de alguna manera las zonas más expuestas a la erosión, deslizamiento e inundación, afectando así en el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa.

Cuadro 55.

Clasificación de Vulnerabilidad según Capital Natural parte III.

Parámetro: Suelos			
Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Textura del suelo *	Bajo	Suelos Franco arenoso y franco arcilloso	1.3
	Medio	Demás composiciones de Franco	1.6
	Alto	Otras composiciones no definidas	2.3
	Muy Alto	Suelo Arcilloso	3.0
Cantidad de Materia Orgánica (MO) **	Bajo	Suelo muy rico en MO	1.3
	Medio	Suelo bien provisto y rico	1.8
	Alto	Suelo normal y moderadamente provisto	2.3
	Muy Alto	Suelo pobre en MO	3.0
Potencial de hidrogeno (pH) ***	Bajo	$5 < \text{pH} < 6.5$	1.2
	Medio	$6.5 \leq \text{pH} < 7.2$	1.8
	Alto	$7.2 \leq \text{pH} < 8.5$	2.3
	Muy Alto	$\text{pH} \leq 4.5$	3.0
Pendiente (Denness,1976)	Bajo	$[0 - 2]^\circ$	1.3
	Medio	$]2 - 8]^\circ$	1.8
	Alto	$]8 - 16]^\circ$	2.3
	Muy Alto	$> 16^\circ$	3.0

Fuente: Elaboración propia

* Para "Otras composiciones no definidas", se asignará el valor más bajo de la característica que tenga.

** Distritos con varias características se asignará el valor más bajo de la característica que tenga.

*** Distritos con varias características se asignará el valor más bajo de la característica que tenga.

Descripción de la clasificación Capital Natural:

Muy Alto; No tiene acceso a fuentes de agua, no usa semillas certificadas, ni fertilizantes químicos, ni abonos orgánicos; pertenece a bs-MBT Vs1-d y Vs2-e; suelo arcilloso, pobre en MO, su $\text{pH} \leq 4.5$, pendiente mayor a 25° susceptibilidad alta a la erosión, escorrentía muy rápida, suelos ocasionalmente fértiles con escasas potencialidades de uso.

Alto; usa medianamente semillas certificadas, fertilizantes químicos y abonos orgánicos; el suelo pertenece a la era paleozoica; pertenece a Vs2-d y Vso-c; suelo arenoso, normal y moderadamente provisto de MO, pendiente entre los 10° y 25° son suelos aptos para el pastoreo y uso forestar no agrícola.

Medio; usa altamente semillas certificadas, fertilizantes químicos y abonos orgánicos; el suelo pertenece a la era mesozoica; pertenece a Vsa-b; suelos pertenecientes a franco, bien provisto y rico de MO, pendiente entre los 5° y 10° inicio de deslizamientos y otros movimientos en masa.

Bajo; Tiene acceso a fuentes de agua (manantiales, puquiales, agua subterránea, quebradas), usa totalmente semillas certificadas, fertilizantes químicos y abonos orgánicos; el suelo pertenece a la era cenozoica; pertenece bh-MT y fondo de valle y llanura aluvial; suelo Franco arenoso y franco arcilloso, muy rico en MO, su pH mayor a 4.5 pendiente menor a 5° es decir se encuentra una baja susceptibilidad a la erosión.

b) Bienestar inicial o condición básica

Ante una amenaza natural, si la persona está físicamente mal y no hay personal de salud adecuado no resistirá cualquier desastre que se presente en la zona.

Cuadro 56.

Características de Bienestar Inicial

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Estado de Salud	Bajo	Bien de salud	1.2
	Medio	Ha registrado problemas en su salud	1.7
	Alto	Altos problemas de salud	2.2
Seguridad e identidad en su localidad	Bajo	Si hay seguridad en su localidad	1.2
	Medio	Poca seguridad	1.7
	Alto	No hay seguridad	2.2
Número de enfermeras	Bajo	> 15	1.3
	Medio	]5 – 15]	1.8
	Alto	[1 – 5]	2.3
	Muy Alto	No hay enfermeras en el distrito.	3.0

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la clasificación Bienestar inicial:

Bajo; la población está bien de salud, no hay familiar enfermo, hay seguridad ciudadana y se encuentra mayor a 15 enfermeras para todo el distrito.

Medio; Ha registrado indicios en salud por desnutrición, poca seguridad ciudadana y hay entre 5 a 15 enfermeras para todo el distrito.

Alto; Ha registrado problemas en salud por desnutrición, no hay seguridad ciudadana y hay entre 1 a 5 enfermeras para todo el distrito.

Muy alto; hay familiar enfermo y no hay enfermeras en su distrito.

c) Autoprotección

Cuadro 57.

Características de Autoprotección

Parámetros	Clasificac.	Descripción	Ponderación
Conocimientos técnicos ante amenazas	Bajo	Alta presencia en talleres	1.3
	Medio	Media presencia en talleres de parte del agricultor	1.8
	Alto	Ha ido a pocos talleres	2.3
	Muy Alto	El agricultor no ha ido a ningún taller o no hay talleres.	3.0
Acceso a Seguros agrícolas	Bajo	Tiene acceso a seguros agrícola, subsidios gubernamentales y créditos agrícolas.	1.2
	Muy Alto	No tiene acceso a seguros agrícola, subsidios gubernamentales ni créditos agrícolas.	3.0

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la clasificación Autoprotección:

Muy alto; No ha asistido a ningún taller sobre riesgo, o de técnicas agrícolas para prevención contra amenazas climáticas. No tiene acceso a seguros agrícola, subsidios gubernamentales ni créditos agrícolas.

Alto; Ha asistido a pocos talleres sobre riesgo, o de técnicas agrícolas para prevención contra amenazas climáticas.

Medio; Media presencia en talleres sobre riesgo, o de técnicas agrícolas para prevención contra amenazas climáticas.

Bajo; Alta participación en talleres sobre riesgo, o de técnicas agrícolas para prevención contra amenazas climáticas. Tiene acceso a seguros agrícola, subsidios gubernamentales o créditos agrícolas.

d) Protección social

Cuadro 58.

Características de Protección Social

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Presencia de bomberos	Bajo	Muy alta presencia	1.3
	Medio	Alta presencia	1.8
	Alto	Media, poca presencia	2.3
	Muy Alto	Baja presencia	3.0
Presencia de Defensa Civil	Bajo	Muy alta presencia	1.3
	Medio	Alta presencia	1.8
	Alto	Media presencia	2.3
	Muy Alto	Baja presencia	3.0
Presencia de Cruz Roja	Bajo	Muy alta presencia	1.3
	Medio	Alta presencia	1.8
	Alto	Media presencia	2.3
	Muy Alto	Baja presencia	3.0
Organización de socorro	Bajo	Muy alta presencia	1.3
	Medio	Alta presencia	1.8
	Alto	Media presencia	2.3
	Muy Alto	Baja presencia	3.0
Capacitación	Bajo	Si recibe capacitaciones	1.2
	Muy Alto	No recibe capacitaciones	3.0

Fuente: Elaboración propia

e) Ejercicio del poder

Cuadro 59.

Características de Ejercicio del Poder.

Parámetros	Clasificación	Descripción	Ponderación
Desigualdad contra la mujer o razas étnicas	Bajo	Baja desigualdad	1.3
	Medio	Media desigualdad	1.8
	Alto	Alta desigualdad	2.3
	Muy Alto	Existe muy alta desigualdad contra la mujer y razas étnicas	3.0
Presencia de ONGs	Bajo	Muy alta presencia	1.3
	Muy Alto	Baja presencia, no hay organismos de este tipo	3.0
Comunicación	Bajo	Si hay medios de comunicación que hablen de agricultura.	1.2
	Muy Alto	No hay medios de comunicación que hablen de agricultura	3.0
Libertad de prensa	Bajo	Hay información de riesgo, riesgo agroclimático, cambio climático, incidencia de un evento extremo (heladas, sequías) , pronóstico, etc.	1.3
	Medio	Media información de riesgo, riesgo agroclimático, cambio climático, etc.	1.8
	Muy Alto	No hay información de riesgo, riesgo agroclimático, cambio climático, ni incidencia de un evento extremo (heladas, sequías) , pronóstico, etc. etc.	3.0

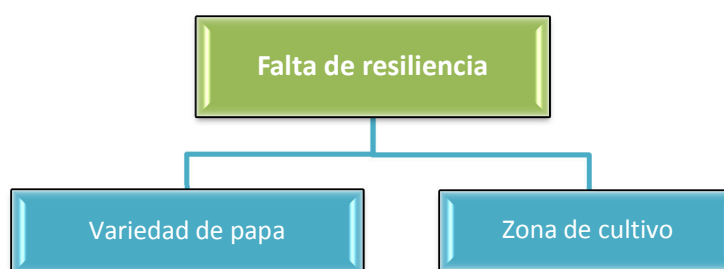
Fuente: Elaboración propia

C. Falta de Resiliencia del cultivo

Como ya se explicó anteriormente la falta de resiliencia expresa la incapacidad de respuesta ante un caso de emergencia, que en nuestro caso serían las amenazas climáticas independientemente (heladas y sequías). Esto dependerá de la zona (distritos, centros poblados) y de la variedad de cultivo de papa.

Gráfico 52.

Parámetros para determinación de la falta de resiliencia del cultivo.



Fuente: Elaboración propia

➤ Variedad de cultivo

En todo el valle del Mantaro no se siembra las mismas variedades de papa, esta característica es muy importante a la hora de ver la resiliencia del cultivo ya que dependerá mucho de la variedad del cultivo, y del conocimiento del agricultor a la hora de la siembra.

Cuadro 60.

Clasificación de variedad del cultivo según falta de resiliencia.

Variedades de papa	Clasificación	Ponderación
Yungay	Baja	1.3
Perricholi	Media	1.8
Canchan	Alta	2.3
Huayro, Única, Mariva y Adina	Muy alta	3.0

Fuente: Encuesta propia

Según las encuestas realizadas, el 47.2% precisó que la variedad Yungay posee una mayor resistencia a las heladas y sequías, un 42.7% preciso que la variedad Perricholi es la que ha presentado una mayor resistencia a eventos climáticos extremos. Las demás variedades no superan el 10%. Teniendo en cuenta estos detalles es que se realizó el cuadro anterior.

Descripción de las variedades de cultivo:

Muy alta falta de resiliencia, no resisten eventos climáticos extremos como la helada y las sequías son las variedades: Huayro, Única, Mariva y Andina.

Alto falta de resiliencia para eventos climáticos extremos como la helada y las sequías es la variedad Canchan.

Medio falta de resiliencia para eventos climáticos extremos como la helada y las sequías es la variedad Perricholi.

Bajo falta de resiliencia, resiste eventos climáticos extremos como la helada y las sequías es la variedad Yungay.

➤ Zona de cultivo

En cuanto a la zona de cultivo, utilizaremos los pisos agroclimáticos ya definido por profesionales, se tomó en cuenta diversas características como precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima y textura del suelo. A partir de los 3350 msnm estos cambios de pisos se hacen más notorios.

Es por esta razón que se definen dos zonas de cultivo, una

hasta los 3350 msnm (Cuenca Baja) y el otro superior a los 3350 msnm (Cuenca Alta).

Cuadro 61.

Descripción de la clasificación Zona del cultivo.

Pisos agroclimáticos	Estación	Pluviosidad normal (mm.)	Temperatura mínima normal
Cuenca alta	Invierno	1000 a 1100	04 a 06 °C
	Verano	100 a 170	00 a 04 °C
	Estación	Temperatura máxima normal	Textura del suelo
	Invierno	18 a 20 °C	Franco, franco arcilloso, franco arenoso
	Verano	17 a 18 °C	
Cuenca baja	Estación	Pluviosidad normal (mm.)	Temperatura mínima normal
	Invierno	950 a 1000	05 a 08 °C
	Verano	100 a 170	02 a 05 °C
	Estación	Temperatura máxima normal	Textura del suelo
	Invierno	20 a 21 °C	Arcilloso, franco arcilloso, franco limoso, limoso, franco arenoso
	Verano	19 a 20 °C	

Fuente: SENAMHI

Cuadro 62.

Clasificación según Zona de cultivo.

Zona de cultivo	Clasificación	Ponderación
Cuenca Alta	Muy alta	2.9
Cuenca Baja	Baja	1.3

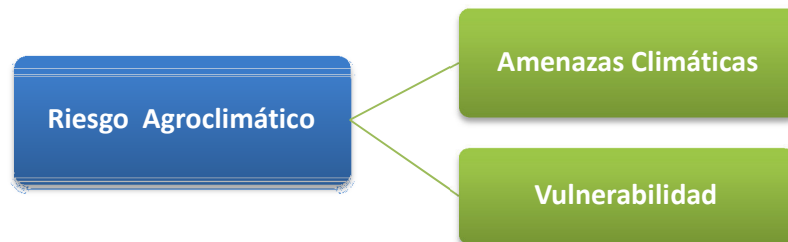
Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Evaluación del Riesgo Agroclimático

Para la determinación del riesgo se usará la variable amenaza y la vulnerabilidad, como se muestra en el gráfico siguiente:

Gráfico 53.

Variables para calcular el riesgo.



Primero se homogeniza ambas variables, amenaza y vulnerabilidad, en ambas se utiliza su clasificación cualitativa (muy alto, alto, medio y bajo), para poder proceder al análisis a través del siguiente cuadro:

Cuadro 63.

Matriz para evaluación del riesgo.

A x V	MA	A	M	B
MA	MA	MA	A	A
A	MA	A	M	M
M	A	M	M	B
B	A	M	B	B

Fuente: INDECI

Dónde:

A; variable amenazas climáticas

V; variable vulnerabilidad

MA, clasificación cualitativa Muy alto

A; clasificación cualitativa Alto

M; clasificación cualitativa Medio

B; clasificación cualitativa Bajo

Capítulo V.

ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELAMIENTO DE DATOS

Como se mencionó en el anterior ítem es en este capítulo donde se determina los algoritmos para cada variable, empezando por las amenazas (heladas agrometeorológicas y sequías agrícolas), ambas se obtendrán de manera independiente, pero su análisis se hará en forma conjunta mostrándose un solo mapa denominado “Amenazas Climáticas”; en el caso de la vulnerabilidad se determina previamente sus 3 componentes, para luego presentar un solo mapa llamado “Vulnerabilidad”.

La unión de estas dos variables formará el resultado final que será el mapa de “riesgo agroclimático”.

En el anexo 06 se muestra el diagrama de flujo SIG que se siguió para la determinación del “Riesgo Agroclimático”.

5.1. ELABORACIÓN DE MAPAS DE AMENAZA

5.1.1. Amenaza a Heladas Agrometeorológicas

El índice de amenaza de heladas agrometeorológicas vendrá a determinarse a través del siguiente algoritmo:

$$IHA = \frac{Int + Ocorre + (2 * Probab)}{4}$$

Dónde:

IHA: Índice de amenaza de heladas agrometeorológicas

Int: Intensidad de la temperatura mínima

Ocorre: Mes de ocurrencia

Probab: Probabilidad o frecuencia de ocurrencia

5.1.2. Amenaza a Sequías Agrícolas

El índice de amenaza a sequías agrícolas se determina a través de la siguiente fórmula:

$$IASQ = \frac{2(Prob) + ISA}{3}$$

Dónde:

IASQ: Índice de amenaza a sequías agrícolas

ISA: Índice de sequía agrícola

Probab: Probabilidad o frecuencia de ocurrencia

Para ambos índices de amenazas sus valores finales serán ubicados de acuerdo al cuadro N°32, determinando sus niveles.

Luego que se ha determinado valores cualitativos para ambas amenazas, están serán integradas (función unión de Arc GIS) obteniendo zonas homogéneas, en la metadata procedemos a analizar estos dos datos según la matriz del cuadro N°61, obteniendo valores cualitativos de la nueva variables “**Amenazas Climáticas**”.

En el siguiente cuadro se determina la probabilidad de daño de cada uno de estos valores cualitativos, que será usado tanto en las amenazas como en la vulnerabilidad determinando finalmente el riesgo agroclimático.

Cuadro 63.

Clasificación cualitativa y grado de probabilidad que expresa

Clasificación	Probabilidad de daño (%)
Muy alto (MA)	]75 – 100] %
Alto (A)	]50 – 75] %
Medio (M)	]25 – 50] %
Bajo (B)	[0 -25] %

Fuente: INDECI

5.2. ELABORACIÓN DE MAPAS DE VULNERABILIDAD

5.2.1. Mapas de Fragilidad Socioeconómica

Como se mencionó anteriormente, la fragilidad socioeconómica se encuentra conformada por 5 componentes obteniendo mapas por separado, para entender mejor las deficiencias de la población.

a) Fortaleza y estabilidad de los medios de vida (FEMV)

$$FEMV = \frac{BF + BFis + CH + CN}{4}$$

Dónde:

BF: Bienes financieros

BFis: Bienes físicos

CH: Capital humano

CN: Capital natural

Determinamos primero la característica de **Bienes Financieros (BF)** a través de la siguiente fórmula, dando mayor valor a los ahorros que poseen las familias y el ingreso mensual, ya que ante cualquier pérdida del cultivo podrá recuperarse:

$$BF = \frac{(2xAhor) + PEA_{ocup} + PE + Maq_{agric} + (2x Ing_{men})}{7}$$

Dónde:

Ahor: Ahorro y acceso a créditos

PEA_ocup: Población Económicamente Activa ocupada

PE: Pobreza extrema

Maq_agric: Maquinaria agrícola

Ing_men: Ingreso familiar per cápita mensual

Pasamos a **Capital Humano** (CH) compuesto por el nivel de estudio que tenga la población (Escol) y si son alfabetos, esto les va permitir entender mejor los talleres y participar en proyectos de inversión (Alfab).

$$CH = \frac{Escol + Alfab}{2}$$

Seguidamente pasamos con los **Bienes Físicos** (BFis) a través de la siguiente fórmula, dando mayor valor a la asistencia técnica que reciba el agricultor y si poseen infraestructura de riego para distribuir mejor el agua a sus cultivos:

$$BFis = \frac{Mat_{viv} + (2xAT) + (2xInf_{rie}) + ZONUR + NBI}{7}$$

Dónde:

Mat_viv: Material de vivienda

AT: Asistencia técnica para cultivos

Inf_rie: Infraestructura para riego y drenaje

ZONUR: Zonas Urbanas y Rurales

NBI: Necesidad Básica Insatisfecha

Por último ponderamos a **Capital Natural** (CN) donde tendrán mayor valor las características propias del suelo, ya que estas hacen que las producciones del cultivo sean de buena calidad además nos hace referencia de cómo está el cuidado del suelo:

$$CN = \frac{Usos + Carac_{espac} + (2xSuelos)}{4}$$

Dónde:

Usos: Usos de artículos que mejoren la producción de papa

Carac_espac: Características del relieve

Suelos: Características del suelo

Donde cada uno viene definido por:

$$Usos = \frac{Acc_{agua} + USemil + UFert + UAbon}{4}$$

$$Carac_{espac} = \frac{Ecol + Geol + Geom}{3}$$

$$Suelos = \frac{Tex + MO + pH + Pend}{4}$$

Acc_agua: Acceso a fuentes de agua

USemil: Uso de semillas certificadas

UFert: Uso de fertilizantes químicos

UAbon: Uso de abonos orgánicos

Ecol: Zonas de vida

Geol: Geología

Geom: Geomorfología

Tex: Textura del suelo

MO: Cantidad de materia orgánica

pH: Potencial de hidrogeno

Pend: Pendiente

b) Bienestar inicial o condición básica (BI)

$$BI = \frac{ENutric + Segur + Cant_{enf}}{3}$$

Dónde:

ENutric: Estado de salud del encuestado

Segur: Seguridad e Identidad en su localidad

Cant_enf: Cantidad de enfermeras en el distrito

c) Autoprotección (AP)

$$AP = \frac{Conoc + Acc_{seg}}{2}$$

Dónde:

Conoc: Conocimientos técnicos que haya adquirido el productor sobre agricultura.

Acc_seg: Acceso a seguros agrícola, subsidios gubernamentales y créditos agrícolas.

d) Protección social (PS)

$$PS = \frac{Bomb + DC + CR + SOS + Capac}{5}$$

Dónde:

Bomb: Presencia de bomberos

DC: Presencia de Defensa Civil, INDECI

CR: Presencia de la Cruz Roja

SOS: Presencia de Organización de socorro

Capac: Reciben capacitaciones sobre riesgo y gestión del riesgo por parte de organizaciones del Estado.

e) Ejercicio del poder (EP)

$$EP = \frac{Desig_muj + ONG + Lib_prensa + Comunic}{4}$$

Dónde:

Desig_muj: Existencia de desigualdad o racismo contra la mujer o grupo étnico

ONG: Presencia de Organizaciones No Gubernamentales

Lib_prensa: Libertad de prensa sobre temas de cambio climático, etc.

Comunic: Existencia de medios de Comunicación que hablen sobre todo lo relacionado a agricultura.

Finalmente para determinar el grado de fragilidad socioeconómica que existe en el Valle del Mantaro se promediará haciendo uso de los cinco componentes de la siguiente manera:

$$Fk = \frac{FEMV + BI + AP + PS + EP}{5}$$

Dónde:

Fk: Fragilidad Socioeconómica

FEMV: Fortaleza y estabilidad de los medios de vida

BI: Bienestar Inicial

AP: Autoprotección

PS: Protección Social

EP: Ejercicio del Poder

5.2.2. Mapas de Exposición o Susceptibilidad Física

Viene expresado de la siguiente manera:

$$Ek = \frac{Uso_tierra + Rendim}{2}$$

Dónde:

Uso_tierra: Uso de la tierra

Rendim: Rendimiento del cultivo de papa

5.2.3. Mapas de Falta de Resiliencia

Viene expresado de la siguiente manera:

$$Rk = \frac{Varied + Zona}{2}$$

Dónde:

Varied: variedades del cultivo de papa

Zona: zona de cultivo

Finalmente el mapa de vulnerabilidad se obtendrá superponiendo los tres mapas hallados anteriormente:

$$V = \frac{Ek + (2xFk) + Rk}{4}$$

Dónde:

Ek: Exposición

Fk: Fragilidad Socioeconómica

Rk: Resiliencia

5.3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE RIESGO AGROCLIMÁTICO

Como se explicó en el punto de Evaluación del Riesgo (4.3.5), las variables obtenidas muestran resultados en forma cualitativa. La superposición de estas variables no llega a ser una función matemática de multiplicación sino una aproximación cualitativa expresada en forma matricial.

Los resultados obtenidos son expresados también en forma de probabilidad de daño (%) como se expresa en el cuadro N°63.

Capítulo VI.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

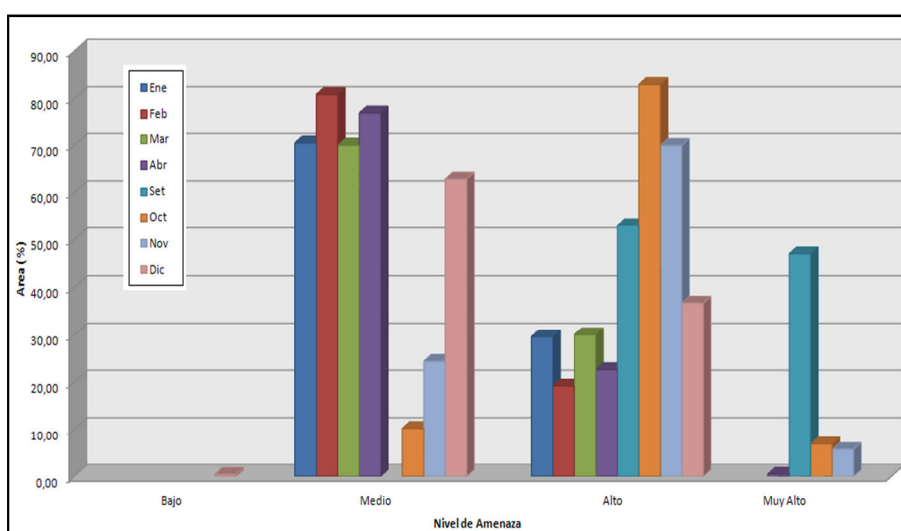
6.1. AMENAZAS CLIMÁTICAS

Para el caso del **Índice de Heladas Agrometeorológicas** (IHA), se obtuvo índices a nivel mensual, para luego obtener un mapa promedio que comprenda la campaña agrícola de setiembre a abril.

A nivel mensual se obtuvo los siguientes niveles:

Gráfico 54.

Niveles de Amenaza de Heladas Agrometeorológicas mensual



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico se observa que para los primeros 3 meses de iniciado la campaña agrícola (setiembre, octubre y noviembre) la amenaza a heladas agrometeorológicas es alta, es decir hay una probabilidad de 50 a 75% de daño a los cultivos, los valores obtenidos de superficie son 53.01%, 82.96% y 69.93% respectivamente, durante los 5 meses restantes (diciembre a abril) la amenaza es de nivel medio pero esto no lo hace indiferente, igual

se debe de tomar las precauciones del caso. Los valores obtenidos de superficie son 62.85%, 70.45%, 80.85%, 69.98% y 76.94% respectivamente. También se encuentran niveles de amenaza Muy Alto, esto se da en los meses de setiembre, octubre, noviembre y abril siendo mayor en el mes de setiembre con una superficie de 46.99%, los meses restantes tienen el 6.85%, 5.69% y 0.46% respectivamente.

Para mayor detalle ver mapas N°32 a N°39.

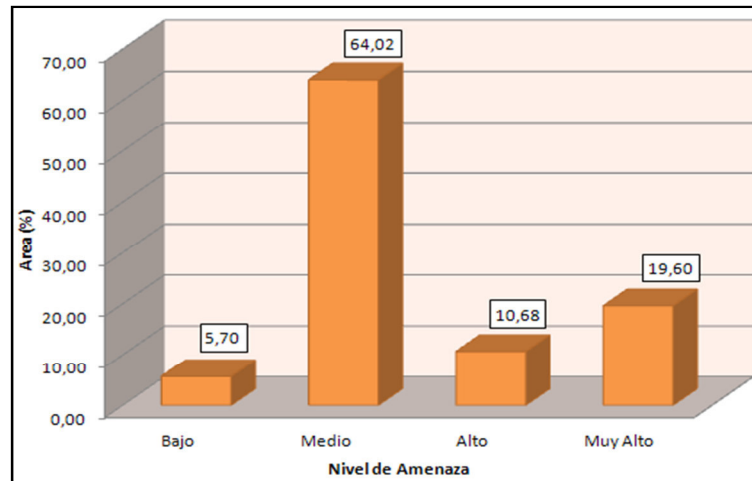
A nivel de campaña agrícola se obtuvo que el 54.01% del área total del valle del Mantaro (916.733254 Km^2) presenta un riesgo medio y corresponde con la parte plana o baja del valle, el 45.99% presenta un riesgo alto y estas se ubican en las partes medias a altas del valle.

Para el caso de **Índice de Sequías Agrícolas** (ISQA), se obtuvo que el 43.13% de superficie total lo ocupa el nivel Medio de amenaza, y se encuentra en la parte centro y sur del valle (Huancayo), lo sigue con un 22.97% el nivel Muy Alto abarcando la parte norte (Jauja), con un 20.08% se encuentra el nivel alto abarcando la parte oeste del valle (Chupaca) por último el nivel Bajo con un 13.81% ubicándose en la parte este del valle (Concepción).

Estos resultados se relacionan bastante con la precipitación, en la parte norte y sur del Valle las precipitaciones no son lo suficiente para sostener cultivos (es por eso que se necesita instalaciones de riego) la parte este del valle es la que recibe las mayores precipitaciones acumuladas a nivel anual 800 a 1000 mm. Ver mapa N°41.

En el de mapa "Amenazas Climáticas" se obtiene el nivel Medio con un 64.02% ocupando las áreas sur y centro del valle del Mantaro, seguido del nivel Muy alto con un 19.60% ocupándolo la parte norte del valle, con 10.68% se tiene al nivel Alto ocupando las zonas norte y oeste por último con 5.70% se encuentra el nivel Bajo en la zona de Concepción.

Gráfico 55.
Niveles de Amenazas Climáticas



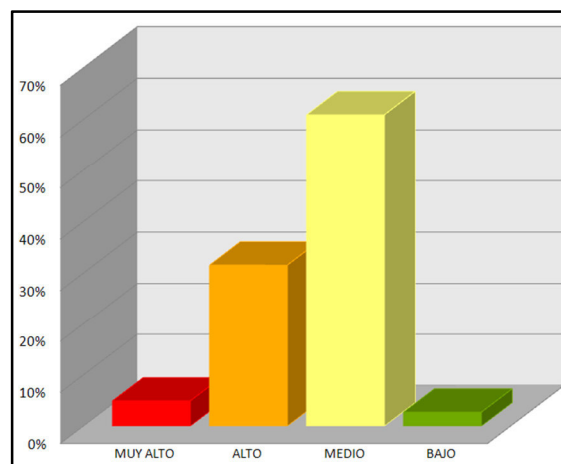
Fuente: Elaboración propia

6.2. VULNERABILIDAD

Se muestra a continuación el primer componente de la vulnerabilidad la **Exposición**, se observa en el gráfico 56 que el 60.87% del área total del valle presenta un nivel “Medio”, seguido por el nivel “Alto” con un 31.53% y con un 4.90% por el nivel “Muy alto”.

Del mapa N°28 se observa que el área ocupada por el nivel “Alto” se encuentra en la provincia de Concepción y Jauja.

Gráfico 56.
Niveles de Exposición componente de la Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Los distritos que tienen un nivel “Muy Alto” son para la provincia de Concepción, Matahuasi y Orcotuna; para la provincia de Huancayo, Hualhuas y Huacrapuquio, para la provincia de Chupaca, Tres de Diciembre, en la provincia de Jauja no se encontró este nivel.

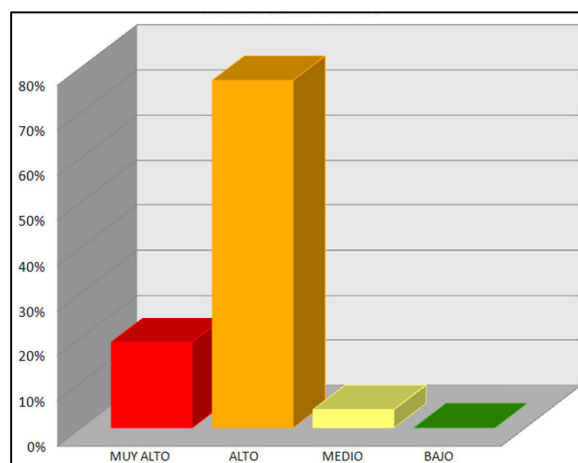
Estos distritos antes mencionados están muy expuestos ante cualquier amenaza climática debido a que practican una agricultura no intensiva (mayoría autoconsumo) y tienen un rendimiento bajo de cultivo de papa.

Para el caso de la Fragilidad Socioeconómica se muestra previamente el cuadro N°65 y N°64 que resume todas las componentes a nivel distrital, las demás componentes se muestran en mapas.

Se observa en el gráfico 57 que el 80.56% del área total del valle presenta un nivel “Alto”. Seguido por el nivel “Muy Alto” con un 15.05%.

Gráfico 57.

Niveles de Fragilidad Socioeconómica componente de la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

En la provincia de Jauja los distritos de Pancan, Julcán, Parco y Tunanmarca son los que tienen el nivel Muy Alto. En la provincia de Concepción son Santa Rosa de Ocopa, Matahuasi, Aco, Manzanares y Chambará. Para la provincia de Huancayo son Ingenio, Saño, Huacrapuquio y Pucará.

Cuadro 65.

Grado de Componentes de Fragilidad Socioeconómica

FEMV		Bienes Financieros					Bienes Físicos					Capital Humano		Capital Natural						
Prov.	Distritos	Ahor	Pea_Ocup	PE	Maq_agric	Ing_mes	Mat_viv	AT	Inf_rie	ZONUR	NBI	Escol	Alfab	Acc_agua	USemil	UFert	UAbon	Text	MO	pH
HUANCAYO	Huancayo	MA	M	B	MA	B	B	MA	A	B	B	B	B	B	MA	A	M	M	M	B
	Chilca	MA	M	B	MA	B	B	MA	MA	B	M	B	B	MA	MA	M	M	M	M	B
	Chupuro	B	M	B	MA	M	A	A	MA	MA	M	B	B	B	MA	A	B	M	A	B
	Cullhuas	MA	B	A	MA	A	A	MA	MA	MA	A	B	B	MA	MA	M	M	M	B	B
	El Tambo	B	M	B	MA	B	B	A	A	B	B	B	B	B	M	M	M	M	M	B
	Huacrapuquio	MA	MA	M	MA	A	A	MA	MA	B	A	B	B	MA	MA	M	M	M	MA	MA
	Hualhuas	MA	A	M	MA	M	A	MA	M	B	M	B	B	MA	MA	B	B	B	M	B
	Huancán	B	A	M	MA	M	A	MA	A	B	M	B	B	MA	MA	A	M	M	M	M
	Huayucachi	MA	A	B	MA	M	A	A	B	B	M	B	B	B	A	B	B	M	M	A
	Ingenio	MA	MA	M	MA	M	A	MA	MA	B	A	B	B	MA	A	M	B	B	M	B
	Pilcomayo	B	A	M	MA	B	B	A	B	B	M	B	B	B	MA	M	B	A	MA	A
	Pucara	MA	M	M	MA	M	A	MA	MA	MA	A	B	B	MA	MA	M	M	B	B	M
	Quichuay	MA	M	M	MA	M	A	MA	MA	B	M	B	B	MA	MA	M	B	B	M	B
	Quilcas	MA	A	M	MA	M	A	MA	MA	B	MA	B	B	B	MA	M	B	B	M	MA
	San Agustín	MA	A	B	MA	B	A	MA	MA	B	M	B	B	B	MA	M	M	B	B	M
	San Jerónimo de Tunan	B	A	B	MA	B	A	MA	M	B	M	B	B	B	MA	M	M	B	M	B
	Saño	MA	A	M	MA	M	A	MA	MA	B	M	B	B	MA	MA	M	M	M	A	B
	Sapallanga	B	M	M	B	M	A	MA	M	B	M	B	B	B	A	A	B	M	M	B
	Sicaya	MA	M	M	MA	M	A	MA	B	B	M	B	B	B	M	B	B	M	A	B
	Viques	MA	A	B	MA	M	A	MA	MA	B	A	B	B	MA	MA	A	M	M	M	B

CONCEPCIÓN	Concepción	MA	M	B	MA	B	A	A	A	B	B	B	B	MA	MA	B	B	B	M	MA
	Aco	MA	A	M	MA	A	A	MA	MA	B	A	B	B	MA	MA	A	B	A	A	B
	Chambara	MA	MA	M	MA	A	A	MA	MA	MA	M	B	B	MA	MA	A	B	MA	M	A
	Manzanares	MA	M	B	MA	M	A	MA	MA	B	M	B	B	B	A	A	M	M	M	B
	Matahuasi	MA	A	B	MA	M	A	MA	A	B	M	B	B	B	MA	M	M	M	M	B
	Mito	MA	M	M	MA	M	A	MA	MA	MA	M	B	B	MA	MA	A	M	M	M	A
	Nueve De Julio	MA	A	B	MA	M	A	MA	M	B	B	B	B	MA	MA	M	B	M	MA	B
	Orcotuna	MA	M	M	MA	M	A	A	M	B	M	B	B	B	A	M	M	B	MA	M
	Santa Rosa de Ocopa	MA	M	M	MA	M	A	MA	M	B	M	B	B	B	MA	M	M	M	A	B
JAUJA	Jauja	MA	M	B	B	B	A	MA	A	B	B	B	B	MA	A	M	M	M	M	B
	Acolla	B	A	M	MA	M	A	MA	MA	B	A	B	B	MA	MA	MA	B	M	M	B
	Apata	MA	A	B	MA	M	A	A	M	MA	M	B	B	B	M	M	M	B	A	B
	Ataura	MA	A	B	MA	M	A	MA	A	B	A	B	B	B	A	M	B	B	A	M
	El Mantaro	MA	A	M	MA	M	A	MA	M	B	M	B	B	MA	M	M	M	M	A	B
	Huamali	MA	A	B	MA	M	A	A	B	B	M	B	B	MA	M	M	M	M	M	B
	Huaripampa	MA	A	B	MA	M	A	MA	M	B	B	B	B	MA	MA	M	M	M	M	B
	Huertas	MA	M	B	MA	M	A	MA	A	B	M	B	B	B	MA	M	B	A	A	B
	Julcán	MA	A	M	MA	M	A	MA	A	B	A	B	B	B	MA	M	M	B	A	M
	Leonor Ordóñez	MA	A	M	MA	M	A	MA	M	B	M	B	B	B	MA	M	B	B	A	B
	Marco	MA	MA	B	MA	A	A	MA	MA	B	MA	B	B	MA	MA	M	M	M	M	A
	Masma	MA	A	B	MA	A	A	MA	A	MA	A	B	B	B	MA	M	M	B	B	M
	Molinos	B	A	M	MA	A	A	A	B	B	M	B	B	B	M	A	B	M	M	B
	Muqui	MA	A	B	MA	M	A	MA	M	B	M	B	B	MA	MA	M	B	M	A	M
	Muquiyauyo	B	A	M	MA	M	A	A	M	B	M	B	B	MA	M	M	B	M	A	A
	Paca	MA	A	B	MA	A	A	MA	A	B	MA	B	B	MA	MA	M	M	B	M	B
	Paccha	MA	A	M	MA	A	A	MA	MA	MA	A	B	B	B	MA	A	B	M	M	B

	Pancán	MA	A	B	MA	M	A	MA	A	B	A	B	B	B	MA	B	B	MA	M	B
	Parco	MA	A	M	MA	M	A	MA	MA	B	MA	B	B	B	MA	A	M	M	M	B
	San Lorenzo	MA	A	M	MA	M	A	MA	A	B	M	B	B	MA	MA	M	B	M	M	M
	San Pedro de Chunán	MA	A	B	MA	M	A	MA	A	B	A	B	B	B	MA	M	M	B	A	B
	Sausa	MA	A	B	B	M	A	MA	B	B	M	B	B	B	A	M	B	M	A	B
	Sincos	MA	A	B	MA	A	A	MA	A	MA	A	B	B	B	M	M	B	B	M	B
	Tunan Marca	MA	MA	B	MA	A	A	MA	MA	B	MA	B	B	MA	MA	A	A	B	A	M
	Yauli	MA	M	B	MA	M	A	A	B	B	M	B	B	B	M	A	B	A	M	A
	Yauyos	B	A	B	MA	B	A	MA	A	B	M	B	B	MA	MA	M	B	MA	A	B
CHUPACA	Chupaca	B	M	B	MA	M	A	MA	B	B	M	B	B	B	MA	M	M	M	M	M
	Ahuac	B	A	M	MA	M	A	MA	B	MA	M	B	B	B	MA	M	B	M	M	M
	Chongos Bajos	B	A	M	MA	M	A	MA	MA	B	M	B	B	MA	A	A	M	M	M	M
	Huachac	B	M	B	MA	M	A	MA	M	MA	M	B	B	B	A	M	M	M	A	B
	Huamancaca Chico	MA	B	M	MA	M	A	A	M	B	A	B	B	B	A	M	B	B	M	A
	San Juan de Yscos	B	A	M	B	A	A	A	B	MA	A	B	B	MA	MA	B	B	B	A	A
	Tres de Diciembre	B	M	M	MA	M	A	MA	A	B	A	B	B	MA	A	B	B	M	MA	B
PROMEDIO (%)	FEMV	Ahor	Pea_Ocup	PE	Maq_agric	Ing_mes	Mat_viv	AT	Inf_rie	ZONUR	NBI	Escol	Alfab	Acc_agua	USemil	UFert	UAbon	Text	MO	pH
	Bajo (B)	25.81	3.23	50.00	6.45	14.52	6.45	0.00	16.13	80.65	9.68	100	100	51.61	0.00	11.29	50.00	32.26	6.45	59.68
	Medio (M)	0.00	38.71	48.39	0.00	66.13	0.00	0.00	20.97	0.00	54.84	0.0	0.0	0.00	12.90	62.90	48.39	56.45	54.84	20.97
	Alto (A)	0.00	50.00	1.61	0.00	19.35	93.55	20.97	29.03	0.00	27.42	0.0	0.0	0.00	20.97	24.19	1.61	6.45	30.65	14.52
	Muy alto (MA)	74.19	8.06	0.00	93.55	0.00	0.00	79.03	33.87	19.35	8.06	0.0	0.0	48.39	66.13	1.61	0.00	4.84	8.06	4.84

Fuente: Encuestas realizadas en el 2012

Todas las abreviaturas de las componentes se encuentran descritas en el Capítulo V.

Cuadro 66.
Grado de Componentes de Fragilidad Socioeconómica II.

VULNERABILIDAD		FEMV			Bienestar Inicial			Autoprotección		Protección Social					Ejercicio del Poder			
Prov.	Distritos	BF	BFis	CH	ENutric	Segur	Cant_enf	Conoc	Acc_seg	Bomb	DC	CR	SOS	Capac	Desig_muj	ONG	Lib_prensa	Comunic
HUANCAYO	Huancayo	A	A	B	A	A	B	MA	MA	MA	M	B	MA	MA	M	MA	M	MA
	Chilca	A	A	B	A	A	B	MA	MA	MA	M	B	MA	MA	A	MA	M	MA
	Chupuro	M	MA	B	B	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	B	A	MA	B	MA
	Cullhuas	A	MA	B	B	B	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
	El Tambo	M	M	B	B	A	B	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	A	MA	MA	B
	Huacrapuquio	MA	MA	B	M	B	MA	MA	MA	MA	MA	MA	B	MA	MA	MA	MA	MA
	Hualhuas	A	A	B	B	B	A	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	MA	MA	B	B
	Huancán	M	A	B	M	B	A	MA	MA	MA	M	B	MA	MA	M	MA	MA	MA
	Huayucachi	A	M	B	B	M	A	MA	MA	MA	A	A	B	MA	A	MA	MA	B
	Ingenio	MA	MA	B	M	B	MA	MA	MA	MA	MA	M	B	MA	MA	MA	MA	MA
	Pilcomayo	M	M	B	B	A	A	MA	MA	MA	A	A	MA	B	M	MA	MA	B
	Pucara	A	MA	B	B	A	A	MA	MA	MA	A	M	MA	MA	A	MA	MA	MA
	Quichuay	A	A	B	M	B	A	MA	MA	MA	MA	MA	B	MA	MA	MA	MA	MA
	Quilcas	A	MA	B	B	B	A	MA	MA	MA	MA	M	B	MA	A	MA	MA	B
	San Agustín	A	A	B	A	A	A	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	M	MA	MA	B
	San Jerónimo de Tunan	M	A	B	B	M	M	M	MA	MA	A	M	MA	MA	M	MA	MA	B
	Saño	A	A	B	A	A	A	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	B	MA	MA	MA
	Sapallanga	M	A	B	B	B	M	MA	MA	MA	MA	A	B	MA	A	MA	MA	B
	Sicaya	A	A	B	A	B	A	MA	MA	MA	MA	B	B	MA	MA	MA	M	B
	Viques	A	MA	B	M	B	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	B

CONCEPCIÓN	Concepción	A	A	B	A	A	M	M	MA	MA	MA	A	MA	B	B	MA	MA	B
	Aco	MA	MA	B	M	B	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
	Chambara	MA	MA	B	B	B	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
	Manzanares	A	A	B	A	M	A	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	A	MA	MA	MA
	Matahuasi	A	A	B	A	A	A	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	B	MA	MA	MA
	Mito	A	MA	B	M	M	A	MA	MA	MA	MA	M	A	MA	M	MA	MA	MA
	Nueve De Julio	A	A	B	B	M	A	M	MA	MA	MA	M	B	MA	M	MA	MA	B
	Orcotuna	A	M	B	B	M	A	MA	MA	MA	MA	M	A	MA	M	MA	MA	B
	Santa Rosa de Ocopa	A	A	B	A	A	A	MA	MA	MA	M	M	MA	MA	A	MA	MA	MA
JAUJA	Jauja	M	A	B	A	A	B	M	MA	MA	MA	M	MA	B	M	MA	M	B
	Acolla	M	MA	B	B	M	M	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	B
	Apata	A	A	B	B	M	A	MA	MA	MA	A	M	MA	MA	A	MA	MA	B
	Ataura	A	A	B	B	M	A	MA	MA	MA	A	A	MA	MA	M	MA	MA	B
	El Mantaro	A	A	B	B	B	A	MA	MA	A	MA	M	MA	MA	A	MA	M	B
	Huamalí	A	M	B	A	B	A	MA	MA	A	MA	A	B	B	M	MA	B	B
	Huaripampa	A	A	B	A	B	A	MA	MA	MA	M	MA	B	MA	M	MA	B	B
	Huertas	A	A	B	B	M	A	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	M	MA	MA	MA
	Julcán	A	A	B	A	B	A	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	A	MA	MA	MA
	Leonor Ordóñez	A	A	B	M	B	A	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	M	MA	MA	B
	Marco	MA	MA	B	M	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	B	MA	MA	MA
	Masma	A	MA	B	B	B	A	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	M	MA	MA	MA
	Molinos	A	M	B	A	B	A	M	MA	MA	MA	A	B	B	A	MA	M	B
	Muqui	A	A	B	A	B	A	MA	MA	A	A	A	MA	MA	A	MA	MA	B
	Muquiyauyo	M	M	B	B	B	A	M	MA	MA	M	A	B	B	M	MA	B	B
	Paca	A	A	B	B	M	A	MA	MA	A	M	MA	MA	MA	B	MA	MA	B
	Paccha	MA	MA	B	B	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	B	MA	MA	MA
	Pancán	A	A	B	A	M	MA	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	M	MA	M	MA

	Parco	A	MA	B	M	M	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	B	MA	MA	MA
	San Lorenzo	A	A	B	A	B	A	MA	MA	MA	MA	A	B	MA	M	MA	M	B
	San Pedro de Chunán	A	A	B	M	B	MA	MA	MA	MA	A	A	MA	MA	M	MA	M	MA
	Sausa	A	A	B	A	A	A	M	MA	MA	A	A	MA	B	M	MA	MA	MA
	Sincos	A	MA	B	B	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	MA
	Tunan Marca	MA	MA	B	B	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	MA
	Yauli	M	M	B	A	B	A	M	MA	MA	A	B	B	B	A	MA	M	B
	Yauyos	A	A	B	A	B	A	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	B	MA	M	MA
CHUPACA	Chupaca	M	A	B	A	M	M	MA	MA	MA	M	M	A	MA	A	MA	MA	B
	Ahuac	M	A	B	A	M	A	MA	MA	MA	A	A	A	MA	M	MA	B	B
	Chongos Bajos	M	A	B	B	M	A	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	A	MA	MA	B
	Huachac	M	A	B	A	B	A	MA	MA	MA	MA	M	MA	MA	M	MA	MA	MA
	Huamancaca Chico	A	A	B	M	B	A	MA	MA	MA	A	A	MA	MA	M	MA	MA	B
	San Juan de Yscos	M	A	B	B	B	A	M	MA	MA	A	A	B	MA	M	MA	B	B
	Tres de Diciembre	M	A	B	M	M	A	MA	MA	MA	A	A	B	MA	A	MA	MA	B

PROMEDIO (%)	VULNERABILIDAD	BF	BFis	CH	ENutric	Segur	Cant_enf	Conoc	Acc_seg	Bomb	DC	CR	SOS	Capac	Desig_muj	ONG	Lib_prensa	Comunic
	Bajo (B)	0.00	0.00	100.00	41.94	45.16	6.45	0.00	0.00	0.00	0.00	8.06	25.81	14.52	12.90	0.00	11.29	53.23
	Medio (M)	25.81	12.90	0.00	20.97	27.42	8.06	14.52	0.00	0.00	12.90	32.26	0.00	0.00	40.32	0.00	17.74	0.00
	Alto (A)	62.90	59.68	0.00	37.10	27.42	77.42	0.00	0.00	6.45	22.58	35.48	6.45	0.00	32.26	0.00	0.00	0.00
	Muy alto (MA)	11.29	27.42	0.00	0.00	0.00	8.06	85.48	100.00	93.55	64.52	24.19	67.74	85.48	14.52	100.00	70.97	46.77

Fuente: Encuestas realizadas en el 2012

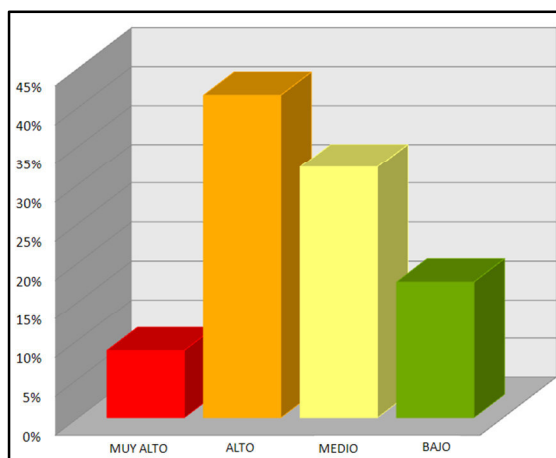
Todas las abreviaturas de las componentes se encuentran descritas en el Capítulo V.

Para la provincia de Chupaca ninguno de sus distritos tiene nivel muy alto. Esto quiere decir que los pobladores de esta provincia tienen un nivel socioeconómico más notable que las demás provincias que conforman el valle. Ante cualquier evento extremo que suceda, esta provincia podrá resistir mejor la amenaza a diferencia de las otras provincias.

La última componente de la vulnerabilidad viene a ser la **Falta de Resiliencia**, se observa en el gráfico 58 que el 41.57% del área total del valle presenta un nivel “Alto”, seguido por el nivel “Medio” con un 32.26% y con un 17.55% por el nivel “Bajo” y por último con un 8.63% el nivel “Muy Alto”.

Gráfico 58.

Niveles de Falta de Resiliencia componente de la Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Los distritos según el mapa N°30 que tienen un nivel “Bajo” son para la provincia de Jauja, Apata, Ataura, Muquiyauyo, Muqui, Sincos y Huamali; para la provincia de Chupaca, Huachác, Tres de Diciembre y Chongos Bajo; para la provincia de Huancayo, Saño, Hualhuas, El Tambo, Huancán, Huayucachi, Viques, Pucará y Huacrapuquio, en la provincia de Concepción no se encontró este nivel.

Los distritos antes mencionados al tener un nivel “Bajo” son zonas resistentes, es decir la variedad de papa que se cultiva ahí adicionado con

la zona de cultivo, hacen que esa zona apta para sembrar, ante un evento climático extremo esa zona tendrá todas las posibilidades de enfrentarlo y superarlo.

Las variedades de papa que se cultivan en el Valle y que poseen mayor resistencia a eventos adversos del clima y enfermedades, según expertos llegan a ser Yungay y Perricholi. Esto se corroboró a la hora de realizar las encuestas.

Recientemente, las variedades resistentes al tizón tardío han venido recibiendo un énfasis cada vez mayor en la evaluación y selección de los programas nacionales.

Perricholi, un clon mejorado del CIP con alta resistencia específica al tizón tardío, fue liberada en 1986 y está bien adaptada a la Sierra central, especialmente al valle del Mantaro, donde ha demostrado ampliamente su resistencia a la enfermedad (Bailon y Otazú, 1992)

Así también la variedad Yungay según R. Egúsqiza, presenta un alto potencial productivo en condiciones de sierra, tiene buena tolerancia a factores medioambientales adversos y posee buena capacidad de conservación en almacenamiento.

Por último en el mapa N° 31 tenemos al mapa de **Vulnerabilidad**, en este se observa que no hay vulnerabilidad Baja en todo el valle, y que el nivel “Alto” presenta el mayor área con un 69.27%, seguido del nivel “Medio” con un 29.82%. Toda la provincia de Concepción que conforma el Valle, presenta una Vulnerabilidad Alta.

Así también las demás provincias que conforman el valle del Mantaro tienen grandes áreas de este mismo tipo de nivel de vulnerabilidad, esto nos expresa que los pobladores de gran parte del valle son altamente vulnerables a eventos extremos como las heladas y sequías, tienen alta fragilidad, exposición y falta de resistencia.

6.3. RIESGO AGROCLIMÁTICO

En el mapa de riesgo agroclimático (mapa N°45) se observa tres zonas importantes. La primera de ellas ubicada al norte del valle se observa que toda esta zona presenta un nivel de riesgo “Muy Alto” (ocupa un 17.66% del área total) debido a que esa es una zona con alta deficiencia hídrica y además presenta una vulnerabilidad alta

La segunda zona se encuentra en la parte centro oeste del valle en los distritos de Aco, Orcotuna, Manzanares, Huachác y Ahuac. Esta zona presenta un nivel de riesgo “Alto” (ocupa un 10.33% del área total) debido a que también presenta deficiencia hídrica pero no en la misma intensidad que la primera zona.

La tercera zona ubicada en los distritos de Apata y San Jerónimo de Tunan se localiza un nivel de riesgo “Bajo” ocupando solo un 1%. Esta zona resulta propicia para impulsar el cultivo de papa.

Para el caso de riesgo a heladas agrometeorológicas (mapa N°43) se observa que toda la parte ubicada en la cuenca baja del valle tiene un riesgo medio y lo demás un riesgo alto. Es decir la zona del valle tiene una gran probabilidad de daño (mayor al 25%) de daño, es una zona en la que se debe reforzar sus medidas preventivas para aminorar el daño hacia sus cultivos.

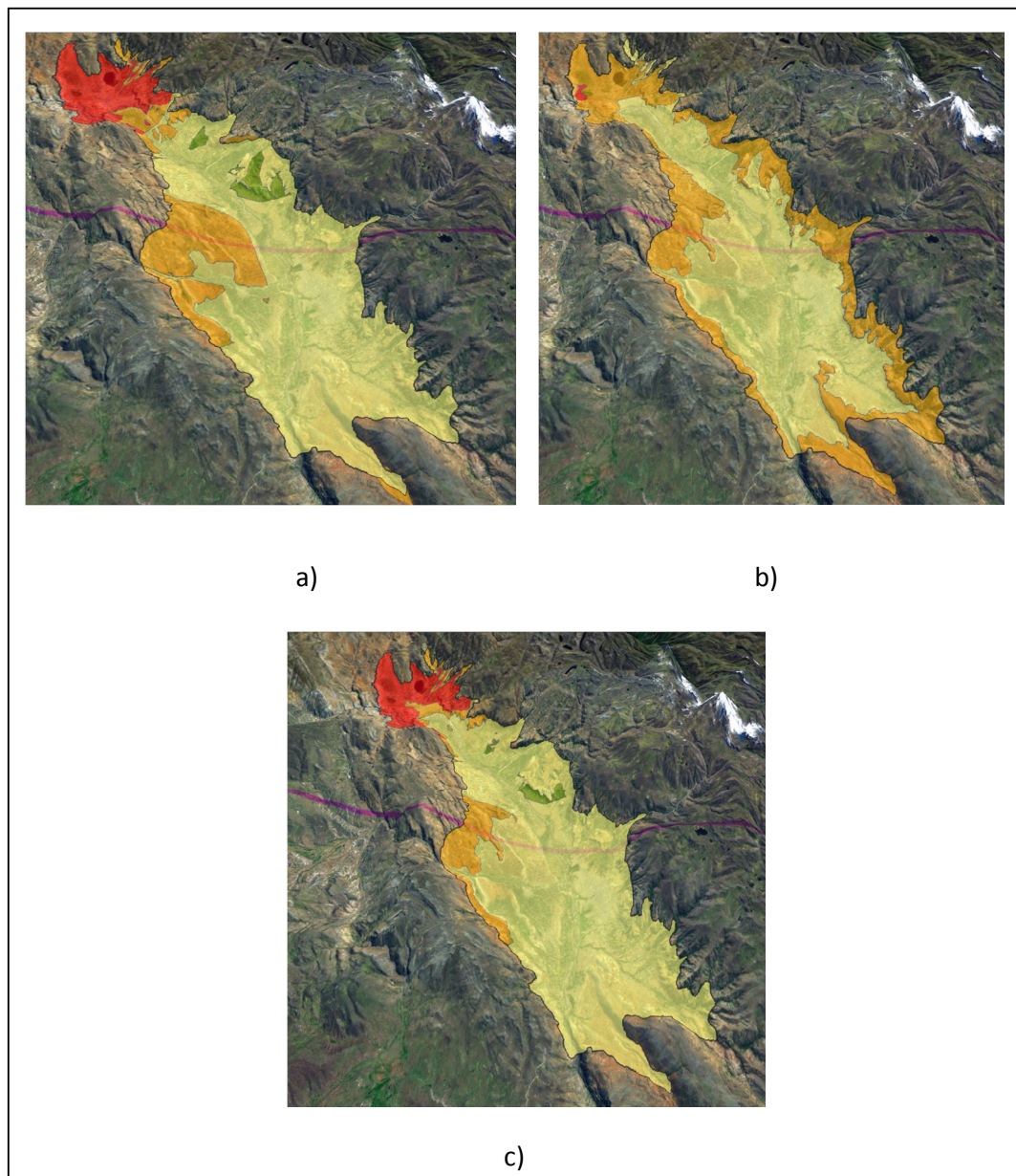
Para el caso de riesgo a sequías agrícolas (mapa N°44) se observa tres zonas resaltantes; la parte norte del valle (provincia de Jauja) con un riesgo de Muy Alto ocupando el 19.33% del área del valle total, seguido del riesgo Alto en zona centrales y con un riesgo Bajo ocupando el 2.38% del área total del valle en los distritos de Apata, Ingenio, San Jerónimo de Tunan y Quilcas.

En conclusión, tanto el riesgo a la sequía agrícola como las heladas agrometeorológicas son producto de la exposición a la adversidad climática y de la vulnerabilidad propia de los sistemas de producción. La

vulnerabilidad es dinámica y resulta de la combinación de factores biofísicos, de la administración y el uso del suelo y de las políticas agrícolas.

Gráfico 59.

Mapa de riesgos a) Sequías Agrícolas b) Heladas Agrometeorológicas y c) Amenazas climáticas



Fuente: Elaboración propia

Capítulo VII.

PROPUESTA FINAL

Actualmente, las distintas variabilidades climáticas diaria, mensual, estacional, anual (como por ejemplo las de épocas seca y lluviosa, interanual, etc.) ya representan amenazas frente a las cuales hay que adaptarse, siendo esto uno de los objetivos fundamentales de la gestión del riesgo.

Los efectos del cambio climático sobre la producción de cultivos son complejos, pues el crecimiento y rendimiento de las plantas están relacionados con la temperatura. La papa puede crecer en varios ambientes, pero está adaptada a climas templados (Haverkort, 1990). Por ejemplo, si la temperatura está por encima de los 17°C la tuberización disminuye, en tanto que si es menor a 0°C, los daños en el cultivo pueden llegar a ser bastante severos (Stol et al., 1991).

Del anterior párrafo, el efecto del calentamiento global en ambientes donde las bajas temperaturas limitaban la producción de la papa podría ahora beneficiar su cultivo pero resultaría, en cambio, sumamente adversa en ambientes donde su crecimiento es óptimo en la actualidad. De darse una situación como esta última, podrían afectarse las cerca de 170 mil hectáreas que se cultivan anualmente bajo secano en el Perú (MINAG, 2007).

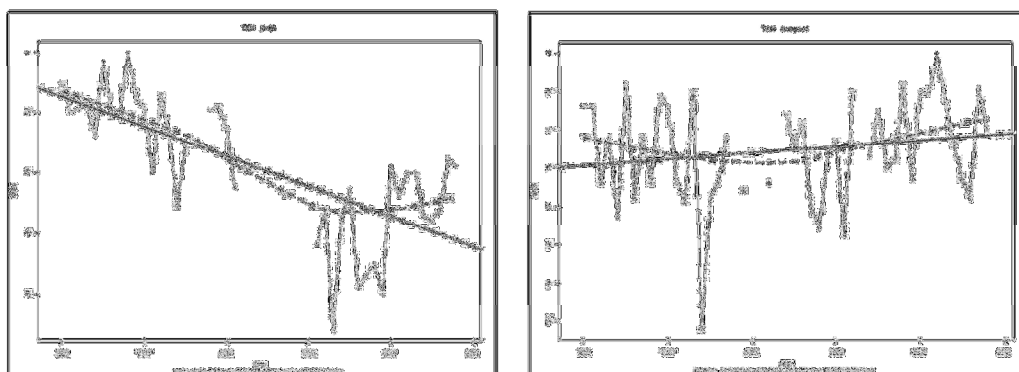
7.1. ÍNDICES EXTREMOS Y ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN EL VALLE DEL MANTARO

Se muestra a continuación resultados de dos estaciones representativas del Valle, las estaciones de Jauja y Huayao que nos muestran algunos índices de extremos climáticos para monitorear y detectar cambio climático en el Valle (se usó estas estaciones porque poseen información histórica de 50 años), estos índices nos muestran como para el caso de la

mínima temperatura mínima diaria de cada mes, que esta ha ido disminuyendo en la parte norte (Jauja) llegando hasta valores de -5°C , para el caso de la zona centro sur (Huayao) se observa que hay un ligero incremento hacia -5°C . Ambos valores llegan a ser perjudiciales para la papa.

Gráfico 60.

Mínima temperatura mínima diaria de cada mes para las estaciones de Jauja y Huayao, respectivamente

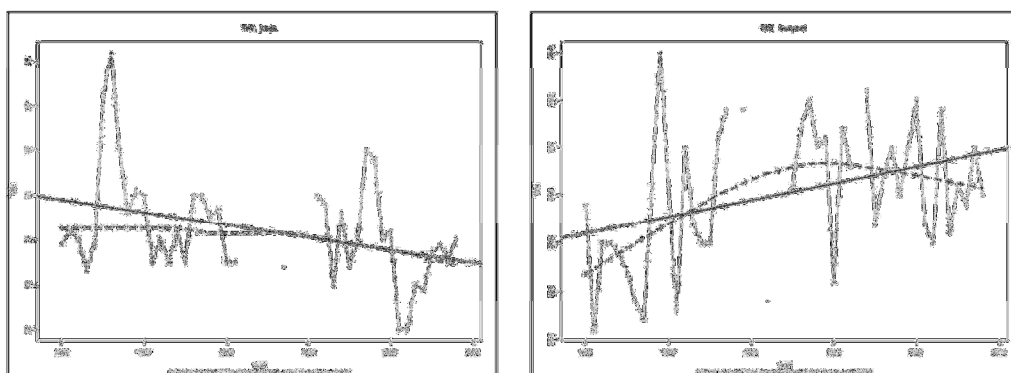


Fuente: Extraído del programa RCLimDex 2.14.2

En el gráfico siguiente se muestra la máxima temperatura máxima diaria de cada mes, se observa que para la zona norte del valle se está apreciando una disminución de aproximadamente 1°C a diferencia de la parte centro sur del valle que se observa un incremento de 0.8°C .

Gráfico 61.

Máxima temperatura máxima diaria de cada mes para las estaciones de Jauja y Huayao, respectivamente

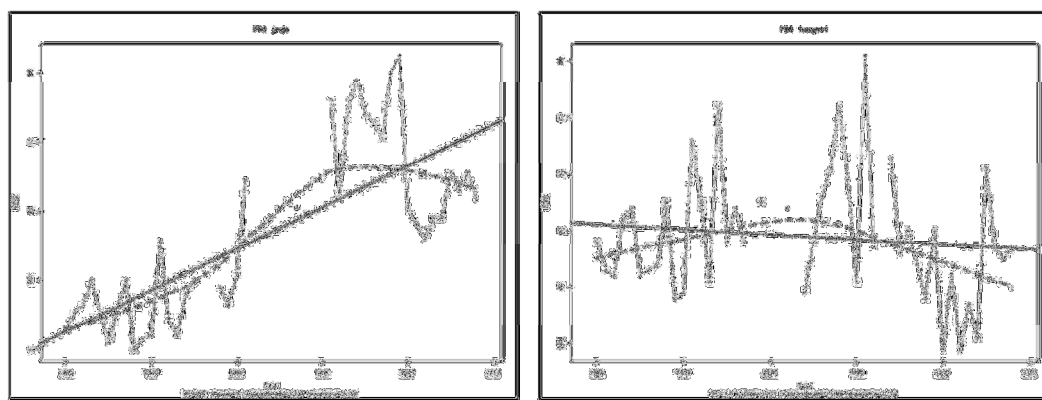


Fuente: Extraído del programa RCLimDex 2.14.2

Para el caso de días de heladas cuando el mínimo diario es menor a 0°C (FDO), se observa un aumento de aproximadamente 64 días en Jauja (parte norte del valle) y una disminución de aproximadamente 6 días en la parte centro sur correspondiente a Huayao.

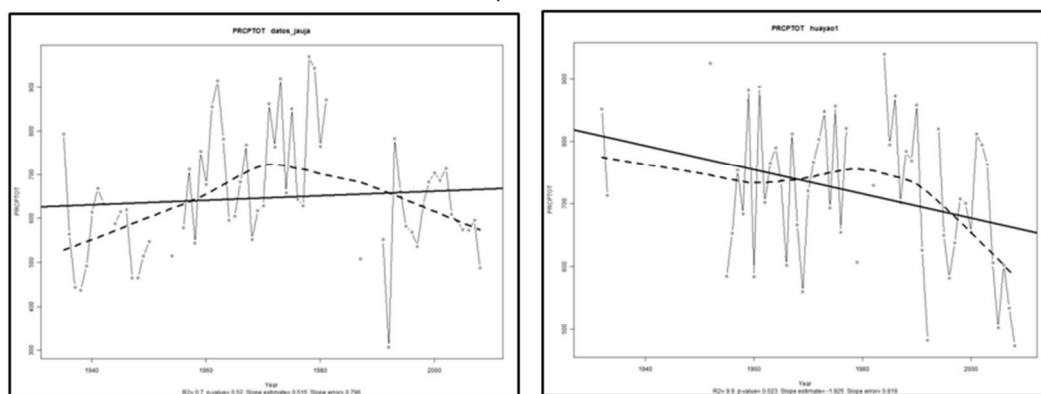
En el gráfico 63 se tiene a la precipitación en días húmedos ($\text{PP} \geq 1\text{mm.}$), se observa en Jauja un ligero aumento no tan significativo, para el caso de Huayao la disminución es notoria aproximadamente 100mm.

Gráfico 62.

Días de heladas $< 0^{\circ}\text{C}$ para las estaciones de Jauja y Huayao, respectivamente

Fuente: Extraído del programa RCLimDex 2.14.2

Gráfico 63.

Precipitación en días húmedos ($\text{PP} \geq 1\text{mm.}$) para las estaciones de Jauja y Huayao, respectivamente

Fuente: Extraído del programa RCLimDex 2.14.2

El SENAMHI proyecta para el año 2030 aumentos para la temperatura mínima. En el cuadro 67 se aprecia las temperaturas mínimas para el año 2030 comparadas con la temperatura promedio histórica 1960-2010.

Cuadro 67.

Temperatura mínima proyectada para el año 2030.

Nro.	Estación	Tmin_2030	Tmin_1960_2010	Diferencia (°C)
1	Acostambo	4.5	3.4	+1.1
2	Huayao	6.8	5.8	+1.0
3	Ingenio	6.4	5.4	+1.0
4	Jauja	6.5	5.6	+0.9
5	Laive	2.3	1.7	+0.6
6	San Juan de Jarpa	5.4	4.6	+0.8
7	Santa Ana	6.6	5.5	+1.1
8	Viques	8.1	7.0	+1.1

Fuente: SENAMHI, Centro de Predicción Numérica (2011)

El SENAMHI (2009b) para el período 2090-2100 proyecta un incremento de la temperatura máxima entre 2.3°C a 3.4°C., el límite superior del cambio podría eventualmente sobrepasar el umbral de los 5°C en algún mes del año particularmente en el sector norte del valle (Jauja). A nivel estacional se observa un cambio alto (>3°C) acentuado durante el invierno y primavera.

Al igual que en la temperatura máxima, las proyecciones a largo plazo de la temperatura mínima presentarán incrementos relativamente uniformes a lo largo de todo el año. Los rangos del cambio varían entre 1.6°C a 2.8°C.

Para el caso de la precipitación se proyecta una reducción de lluvias en el verano de aproximadamente 5% (Huancayo) y 16% (Jauja), tendencia que se mantiene en parte del otoño; no se esperan cambios importantes en invierno, y en primavera se espera un incremento de 3 a 14%.

Es una realidad, los pobladores del valle del Mantaro tienen que buscar medidas de adaptación con respecto al cambio climático y a la mayor frecuencia de eventos extremos, que es lo que genera mayores pérdidas en sus cultivos.

7.2. CONSIDERACIONES FINALES

Además del incremento que viene experimentando la temperatura, se presentan actualmente otros eventos climáticos, que ponen en riesgo la producción agrícola, como lo acabamos de demostrar en este trabajo de investigación. Las heladas, las sequías son algunas de las principales anomalías que se han manifestado de manera recurrente durante los últimos años en la zona del valle del Mantaro. Hay que agregar la aparición de enfermedades nuevas para dichas zonas, como la racha, también llamada tizón tardío y seca seca.

Una de las consideraciones a tomar en cuenta para generar una fructífera producción de cultivo de papa, reduciendo el elevado costo de producción y el impacto negativo producido por las condiciones ambientales adversas, es el manejo adecuado de plagas y enfermedades, mediante las capacitaciones de parte de empresas donde se adquiere productos que combaten estos problemas, así se hace un buen empleo de los fertilizantes, plaguicidas, fungicidas y otras sustancias agroquímicas que se utilizan, reduciendo además los problemas de contaminación al medio ambiente y el ecosistema del Valle.

Otra de las consideraciones sería realizar predicciones climáticas efectivas, es decir que puedan alertar a los productores a tiempo; diseñar mejores tecnologías que faciliten el procesamiento y distribución del tubérculo y garantizar los derechos del consumidor.

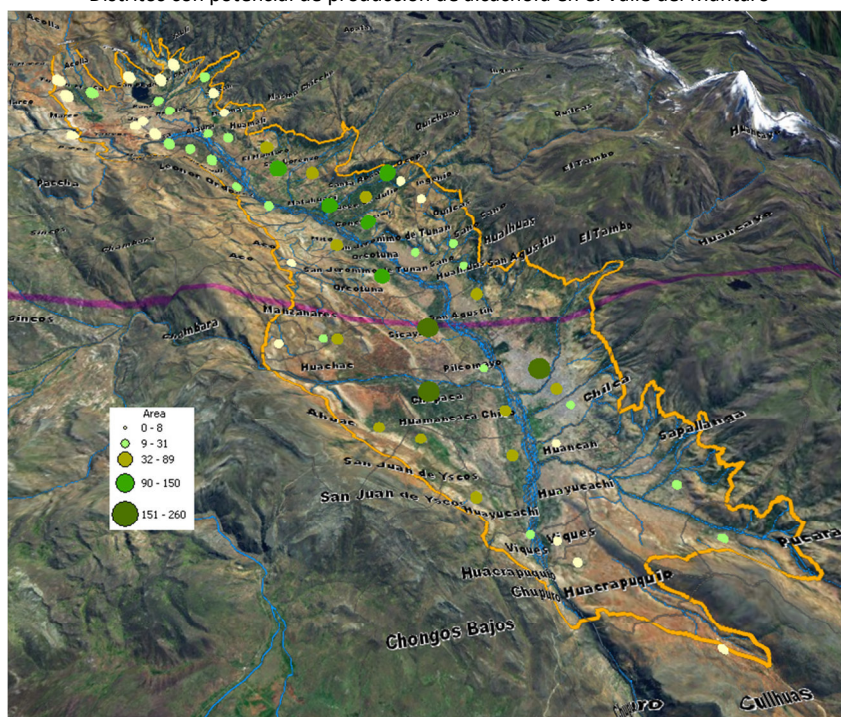
Se debe de impulsar el ingreso de nuevos cultivos, gran parte de la población del valle del Mantaro se dedica al cultivo de papa, rindiéndole bajos ingresos que no llegan a satisfacer del todo sus necesidades básicas. Actualmente se están abriendo nuevos mercados internacionales como por ejemplo para la alcachofa, cuando se realizó la fase de campo se observó parcelas dedicadas a este cultivo pero eran muy pocas. El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) realizó un estudio de zonificación para este cultivo en la región Junín, mostrando como resultados las provincias y

distritos como potenciales productores de alcachofa (ver más en <http://www.inia.gob.pe/notas/nota029/pag05.htm>).

Aquí se muestra que la mayoría de los distritos ubicados en la zona central tienen gran potencialidad de cultivos de alcachofa, como Sicaya, Pilcomayo, El Tambo, Ahuac, Tres de Diciembre, Matahuasi, San Lorenzo etc. Ver gráfico siguiente.

Gráfico 64.

Distritos con potencial de producción de alcachofa en el Valle del Mantaro



Fuente: Datos extraídos del INIA y espacializadas en Arc Globe.

A través de los mapas presentados en este informe se espera que se fortalezcan las áreas más expuestas a los diferentes riesgos climáticos que han entrado en estudio, que se incentive las construcciones de canales de riego y así tener un uso óptimo del agua. Y para las áreas que resultaron con un riesgo de bajo a medio (0 a 50% de probabilidad de daño) que se incentive capacitaciones que les permita a los pobladores buscar nuevas formas de adaptarse ante estos eventos que antes no eran tan frecuentes e incrementen su producción de papa.

Capítulo VIII.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.3. CONCLUSIONES

- A pesar que diversos estudios y este trabajo señalan que el cambio climático está presente y que sus consecuencias nos hace un país muy vulnerable, aun no se toman las medidas preventivas necesarias para enfrentarlas, según las encuestas que se realizó para este trabajo más del 84% de la población del valle no ha recibido capacitación ni asesoría técnica acerca de las nuevas prácticas de adaptación que se debe tomar con el cultivo de papa ante eventos extremos (heladas, sequías, granizadas) que se repiten con más frecuencia en el Valle.
- Aún las instituciones encargadas de brindar información acerca del clima en condiciones in situ, pronósticos con meses de anticipación así como técnicas para mejorar la producción y el rendimiento del cultivo de papa no llegan a toda la población, solo el 12% de la población total del valle del Mantaro recibe esta información, y solo el 3% recibe información precisa del SENAMHI.
- Se siguió dos tipos de modelamiento para la elaboración del trabajo, el modelo de decisión y el descriptivo para las amenazas y la vulnerabilidad respectivamente; estos modelos han sido de suma importancia ya que cada uno de ellos identifica los factores adecuados en el proceso de solución de un problema.
- Se determinó que 421.07 Km², el 46% del área del valle del Mantaro presenta Riesgo Alto de Heladas Agrometeorológicas es una zona que en su mayoría se encuentra sobre los 3350 msnm siendo nuevamente los cultivos que se encuentran en la provincia de Jauja los más perjudicados. Esta zona es la que tiene que recibir mayor atención de parte del Gobierno Regional de Junín gobiernos locales y así evitar pérdidas económicas para la población.

- Para la espacialización de la temperatura mínima se hizo uso de la geoestadística presentando mapas muy bien detallados, obteniendo grado de correlaciones superiores a 0.70 y con un nivel de detalle de 100mt. Esta técnica ha sido usada ampliamente por profesionales e instituciones importantes, quedando demostrada su metodología y resultados favorables.
- Se determinó que 183.35 Km², el 20% del área del valle del Mantaro presenta Riesgo Muy Alto de Sequías Agrícolas esto se debe a que esta zona recibe poca precipitación (parte norte del valle), es aquí donde se debe invertir en la construcción de canales de riego, que permitan hacer un buen uso del agua.
- La mayoría de las viviendas encuestadas cultivan la papa para autoconsumo y venta pequeña, estas son familias de bajos recursos y son los que representan la población mayoritaria del valle del Mantaro. Es por esta razón la importancia del método de vulnerabilidad que se siguió, porque refleja la parte social y económica real, permitiéndonos estimar mejor el riesgo agroclimático.
- Gran parte de la población del Valle presenta conocimientos locales heredados desde la antigüedad, que les permite evitar de alguna manera la intensidad de daño de las heladas, se encontró a los agricultores realizando quemado de malezas para formación de humo y provocando ruidos fuertes como la explosión de cohetes.
- Notamos que hay una probabilidad de daño superior al 25%, hasta superior al 75% (caso de sequías agrícolas), se debe de tomar medidas preventivas rápidamente para poder reducir el riesgo.
- Los resultados de este estudio servirán como línea base para planes de zonificación de cualquier tipo, también para el ordenamiento territorial y ambiental, y manejos de cuencas, que se desee realizar en la zona del valle del Mantaro.

8.4. RECOMENDACIONES

- Enfatizar en la institucionalidad del valle del Mantaro y mejoramiento de sus normas a nivel Regional y Local que beneficien a la población y ofrezcan soluciones permitiendo que se adapten mejor al cambio climático.
- Debe haber una mayor relación entre las instituciones que brindan información del clima y agricultura con los gobiernos regionales y locales, así se contribuye a difundir el conocimiento científico sobre cambio climático y se mejora en la toma de decisiones, beneficiándose en todo momento el poblador.
- Se determinó que la parte norte del valle (provincia de Jauja) presenta alta deficiencia hídrica, toda esta zona tiene que recibir financiamiento para mejorar sus sistemas de riego. Solo el 8% de la población que se encuentra cerca a esa zona cuenta con canales de riego, evitando la pérdida de agua por infiltración.
- Se recomienda al gobierno regional y local agregar en sus agendas de trabajo sensibilidad frente a los nuevos hábitos que está teniendo que asumir la población de más bajos recursos del Valle (más afectados por los efectos del cambio climático), como aparición de plagas y enfermedades para los cultivos, modificación de los patrones de precipitación, disminución de reservas de agua, empeoramiento de sus condiciones de vida. Recordar que las víctimas más débiles de los efectos del cambio climático son estos pobladores, los que viven en zonas alejadas, los que no poseen recursos, en otras palabras, los más pobres.
- Realizar estudio por pisos ecológicos de los cambios en la flora, tanto cultivada como silvestre, para determinar los efectos de cambio climático. Ya que la zonificación de cultivos pasan a un piso superior de inmediato.
- El estudio de estimación de riesgo debe ser realizado de manera multidisciplinaria contando con una variedad de profesionales como ingenieros agrónomos, meteorólogos, agrícolas, geólogos, ambientales, arqueólogos que puedan aportar a un mejor enfoque del riesgo, siendo el ingeniero geógrafo el profesional capaz de integrar los diversos enfoques de los diversos profesionales.

APÉNDICE

(Toda la información estadística)

PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE FISHER Y T-STUDENT

Pruebas estadísticas realizadas para cada estación, escogiendo dos periodos de tiempo en cada estación, los valores tendrán que ser mayor a 0.05 ya que este es el grado de significación que generalmente se usa en estas pruebas.

Cuadro 1. Pruebas estadísticas Fisher y t-Student para las estaciones

Estación	Pruebas Estadísticas			
	Temperatura Máxima		Temperatura Mínima	
	Fisher	t-Student	Fisher	t-Student
	P(F<=f) una cola	P(T<=t) dos colas	P(F<=f) una cola	P(T<=t) dos colas
Acostambo	P=0.000045557	P= 5.73848 E-54	P= 8.93601E-17	P=0.001233
Santa Ana	P=0.00000000214	P= 7.73423E-14	P= 0.095429	P= 0.000401
Huayao	P= 0.022199	P= 6.3603E-141	P= 0.013351	P= 1.0049E-06
Ingenio	P= 0.432567	P= 3.19336E-11	P= 0.137097	P= 0.011507
Jauja	P= 0.004574	P= 7.56436E-47	P= 0.0	P=8.12705E-77
Laive	P= 3.97469E-06	P= 2.06828E-15	P= 2.28075E-05	P= 0.006032
San Juan de Jarpa	P= 0.196120	P= 4.45986E-16	P= 0.008173	P= 8.29849E-06
Viques	P= 1.075234	P= 0.199861	P= 0.921720	P= 0.000172

Fuente: Elaboración propia 2010

Cuadro2. Prueba estadística t-Student para la series sin tendencia

Estación	Temperatura Máxima		Temperatura Mínima	
	Ecuación de la recta	t-Student	Ecuación de la recta	t-Student
		P(T<=t) dos colas		P(T<=t) dos colas
Acostambo	$y = 0.0002x + 15.589$	P=0.052350	$y = 9E-05x + 1.5943$	P=0.344831
Santa Ana	$y = -9E-05x + 20.512$	P= 0.330074	$y = 8E-05x + 3.5979$	P= 0.511957
Huayao	$y = 6E-05x + 18.876$	P= 0.033390	$y = -3E-05x + 4.7137$	P= 0.036589
Ingenio	$y = 0.0004x + 18.36$	P= 2.85834E-18	$y = 1E-05x + 3.9046$	P= 9.86801E-15
Jauja	$y = -5E-05x + 19.768$	P= 2.5875E-31	$y = -8E-05x + 5.3235$	P= 0.090252
Laive	$y = 0.0003x + 14.397$	P= 5.23416E-08	$y = 6E-05x - 0.4431$	P= 0.031056
San Juan de Jarpa	$y = 0.0001x + 16.131$	P= 0.002100	$y = 0.0001x + 2.896$	P= 0.0287341
Viques	Cumplió las pruebas estadísticas sin sacar la tendencia.		$y = 0.0002x + 5.2145$	P= 0.129800

Fuente: Elaboración propia 2010

Cuadro 3. CORRELACIÓN QUE HAY EN LOS DATOS DE TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL APLICANDO EL METODO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Estación	Enero	ene_f	ene_r	Febrero	feb_f	feb_r	Marzo	mar_f	mar_r
Acostambo	4.3	4.5	-0.1	4.4	4.7	-0.3	4.2	4.4	-0.2
Huayao	6.7	6.7	0.0	6.8	6.9	-0.1	6.5	6.6	-0.1
Ingenio	5.9	5.7	0.2	6.4	5.9	0.4	6.1	5.7	0.4
Jauja	6.2	6.6	-0.4	6.2	6.8	-0.6	6.1	6.6	-0.5
Laive	2.9	3.1	-0.2	3.4	3.6	-0.1	3.2	3.4	-0.2
San Juan de Jarpa	5.3	4.9	0.4	5.7	5.2	0.4	5.5	5.0	0.5
Viques	6.5	6.4	0.1	6.7	6.6	0.1	6.3	6.3	0.0
Santa Ana	7.9	8.0	-0.1	8.0	8.0	0.1	7.7	7.6	0.1
Cte.	351,256			310,276			300,898		
Latitud	-5,837E-05			-5,520E-05			-5,605E-05		
Longitud	-3,305E-05			-2,873E-05			-2,773E-05		
Altitud	-0,0093			-0,0085			-0,0082		
Coef. de determinación R ²	0,9726			0,9428			0,9477		
R ² ajustado	0,9520			0,8999			0,9085		

Estación	Abril	abr_f	abr_r	Set	sep_f	sep_r	Oct	oct_f	oct_r
Acostambo	2.6	2.4	0.1	1.8	1.5	0.4	3.1	2.9	0.2
Huayao	4.8	4.9	-0.2	4.4	4.4	0.1	5.5	5.4	0.0
Ingenio	4.9	4.4	0.5	3.7	3.3	0.4	4.9	4.7	0.3
Jauja	5.0	5.3	-0.3	4.2	4.3	-0.1	5.3	5.5	-0.2
Laive	1.0	1.6	-0.6	-1.0	-0.3	-0.7	0.7	1.3	-0.6
San Juan de Jarpa	4.1	3.3	0.8	2.7	2.0	0.8	4.0	3.3	0.7
Viques	4.3	4.7	-0.4	3.6	4.1	-0.5	5.2	5.3	-0.2
Santa Ana	5.8	5.8	0.0	5.7	5.9	-0.2	6.6	6.8	-0.2
Cte.	151,622			349,417			251,421		
Latitud	-5,069E-05			-6,536E-05			-5,063E-05		
Longitud	-1,117E-05			-3,179E-05			-2,181E-05		
Altitud	-0,0078			-0,0116			-0,0099		
Coef. de determinación R ²	0,9106			0,9414			0,9501		
R ² ajustado	0,8437			0,8975			0,9127		

Estación	Noviembre	nov_f	nov_r	Diciembre	dic_f	dic_r
Acostambo	3.2	3.1	0.1	3.8	4.0	-0.2
Huayao	5.6	5.6	0.0	6.1	6.3	-0.3
Ingenio	5.2	4.9	0.3	6.0	5.5	0.4
Jauja	5.5	5.8	-0.3	5.9	6.4	-0.5
Laive	1.1	1.6	-0.4	2.6	2.8	-0.1
San Juan de Jarpa	4.1	3.5	0.6	5.0	4.6	0.5
Viques	5.3	5.5	-0.2	6.2	6.1	0.1
Santa Ana	6.8	6.9	-0.1	7.6	7.5	0.1
Cte.	215,5520			262,2677		
Latitud	-4,8725E-05			-5,255E-05		
Longitud	-1,786E-05			-2,326E-05		
Altitud	-0,0096			-0,0088		
Coef. de determinación R ²	0,9664			0,9559		
R ² ajustado	0,9412			0,9230		

Cuadro 4. PRUEBA DE KOLGOMOROV SMIRNOV PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCION NORMAL DE LA PROBABILIDAD MENOR A 4°C

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
	N	8	8	8	8	8	8
Parámetros normales ^{a,b}	Media	22,1250	18,6250	22,1250	47,7500	78,8750	86,7500
	Desviación típica	21,70870	19,82017	20,40614	20,57564	11,50698	8,43038
Diferencias más extremas	Absoluta	,289	,323	,349	,265	,143	,203
	Positiva	,289	,323	,349	,265	,143	,100
	Negativa	-,177	-,201	-,201	-,181	-,104	-,203
Z de Kolmogorov-Smirnov		,817	,912	,988	,748	,404	,575
Sig. asintót. (bilateral)		,516	,376	,284	,630	,997	,896

a. La distribución de contraste es la normal

b. Se han calculado a partir de los datos

		JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	N	8	8	8	8	8	8
Parámetros normales ^{c,d}	Media	88,6250	79,0000	59,7500	41,0000	38,3750	26,2500
	Desviación típica	9,47081	12,43267	21,19804	22,24538	23,40901	23,59630
Diferencias más extremas	Absoluta	,188	,135	,177	,231	,249	,293
	Positiva	,137	,125	,177	,231	,249	,293
	Negativa	-,188	-,135	-,104	-,161	-,149	-,184
Z de Kolmogorov-Smirnov		,531	,382	,500	,654	,703	,829
Sig. asintót. (bilateral)		,941	,999	,964	,785	,706	,498

c. La distribución de contraste es la normal

d. Se han calculado a partir de los datos

**Cuadro 5. CORRELACIÓN QUE HAY EN LOS DATOS DE FRECUENCIA DE HELADAS
($T_{min} \leq 4^{\circ}C$) APLICANDO EL METODO DE REGRESIÓN LINEAL**

	Enero	ene_f	ene_r	Febr	feb_f	feb_r	Marzo	mar_f	mar_r	Abr	abr_f
Acostambo	40.1	29.7	10.3	39.1	25.5	13.6	41.7	29.3	12.4	70.6	54.74
Huayao	9.4	14.3	-4.8	7.6	11.7	-4.1	12.4	15.1	-2.6	38.3	40.79
Ingenio	16.1	15.7	0.3	10.6	13.0	-2.4	11.8	16.4	-4.5	35.9	42.09
Jauja	9.9	15.0	-5.1	8.4	12.4	-3.9	11.8	15.8	-3.9	30.3	41.49
Laive	68.3	57.6	10.7	59.4	50.3	9.0	65.9	54.8	11.1	87.8	79.79
San Juan de Jarpa	20.1	40.4	-20.3	15.3	35.0	-19.7	17.2	39.1	-21.9	46.1	64.34
Santa Ana	13.4	8.3	5.1	9.9	6.4	3.5	15.2	9.6	5.6	47.5	35.44
Viques	2.9	-0.8	3.7	2.2	-1.7	3.9	5.1	1.2	3.8	29.1	27.18
Cte.	-294.38			-263.2			-268.1			-237.0	
Altitud	0.0917			0.0817			0.084			0.0825	
Coef.de correlación múltiple	0.8811			0.8572			0.8451			0.8239	
Coefficiente de determinación R^2	0.7765			0.7348			0.7142			0.6788	
R^2 ajustado	0.7392			0.6906			0.6665			0.6253	

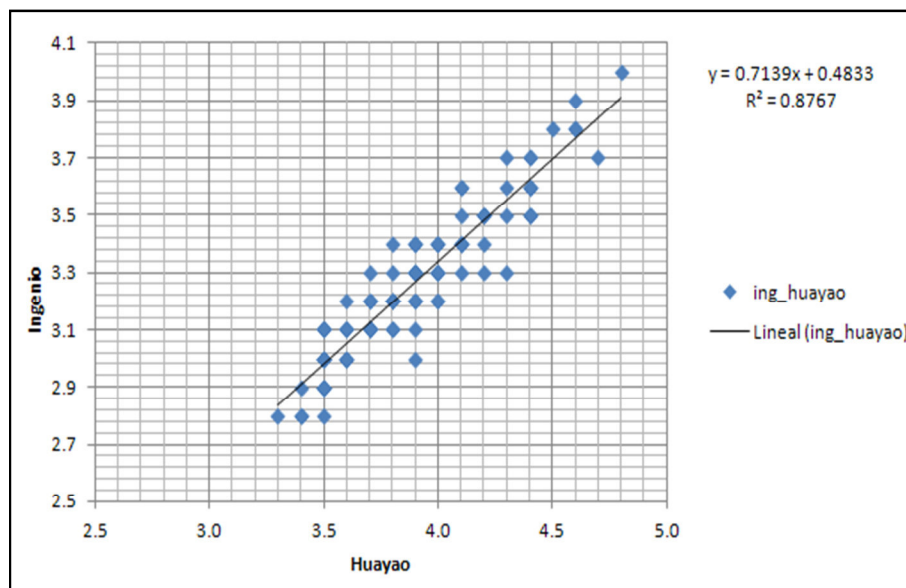
	Setiemb	sep_f	sep_r	Octubre	oct_f	oct_r	Noviem	nov_f	nov_r	Diciem	dic_f
Acostambo	80.0	67.4	12.5	58.2	49.2	9.0	57.6	47.1	10.4	46.0	34.76
Huayao	44.2	51.6	-7.3	25.2	32.5	-7.3	23.8	29.2	-5.3	16.0	17.29
Ingenio	56.2	53.0	3.1	35.1	34.1	1.0	31.0	30.9	0.07	13.5	18.92
Jauja	48.3	52.3	-4.0	26.5	33.4	-6.8	21.3	30.1	-8.2	14.2	18.16
Laive	96.6	96.0	0.6	87.9	79.1	8.7	85.2	79.3	5.9	76.6	66.16
San Juan de Jarpa	68.6	78.4	-9.7	44.6	60.6	-16.0	46.9	59.4	-12.5	26.8	46.80
Santa Ana	57.0	45.5	11.5	34.6	26.2	8.4	30.0	22.3	7.6	14.3	10.58
Viques	29.4	36.1	-6.6	19.3	16.3	3.0	14.4	11.7	2.6	5.1	0.24
Cte.	-264.82			-299.05			-327.3			-330.8	
Altitud	0.0940			0.09856			0.1059			0.103	
Coef.de correlación múltiple	0.9157			0.9106			0.9362			0.9041	
Coefficiente de determinación R^2	0.8386			0.8292			0.8766			0.8174	
R^2 ajustado	0.8117			0.8007			0.8560			0.7869	

Cuadro 6. RESULTADOS DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA, EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ETc) E ÍNDICE DE SEQUÍA

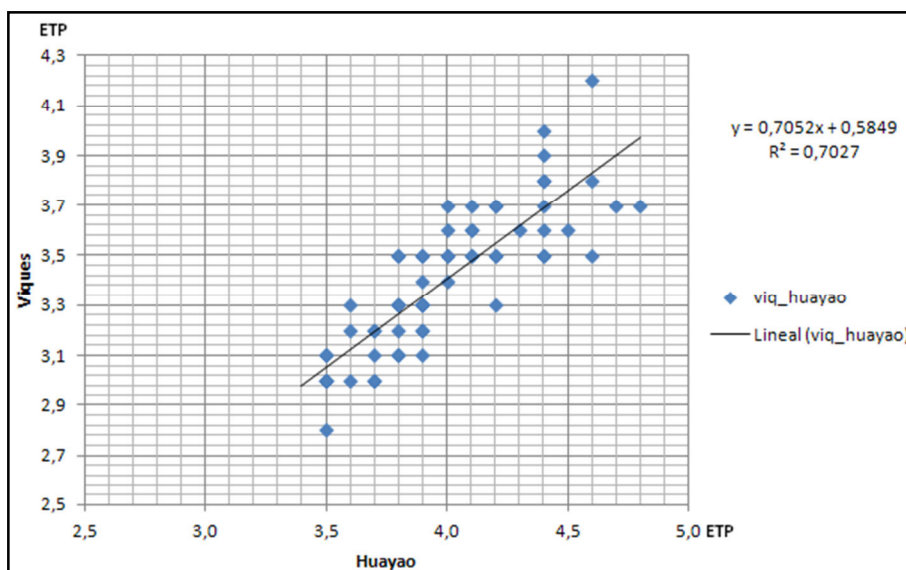
Campaña Agrícola	Huayao			Jauja			Ingenio			Sta. Ana			Viques		
	ETc	Pp. Efec.	ISA	ETc	Pp. Efec.	ISA	ETc	Pp. Efec.	ISA	ETc	Pp. Efec.	ISA	ETc	Pp. Efec.	ISA
1992 1993	732.6	456.7	0.62	713.1	395	0.55				602.6	405.7	0.67	627.3	436.7	0.70
1993 1994				584.9	582.7	1.00	570.5	463.5	0.81	661.4	349.7	0.53	585.4	679.9	1.16
1994 1995	759.4	476.3	0.63	666.2	433.4	0.65	629.9	306.2	0.49	749	412.9	0.55	644.7	469.6	0.73
1995 1996	744.7	495.1	0.66	683.1	490.3	0.72	619.2	272.5	0.44	789.3	512.6	0.65	637.1	441.2	0.69
1996 1997	734.4	427	0.58	719.6	411.6	0.57	615.5	555.3	0.90	642.7	444.0	0.69	623.2	426.7	0.68
1997 1998	727.6	485.7	0.67	737.4	427	0.58	605.3	634.1	1.05	636.7	547.8	0.86	619.4	422.9	0.68
1998 1999	691.9	490.6	0.71	688.3	550.2	0.80				692.8	511.1	0.74	593.6	451.9	0.76
1999 2000	656.4	494.9	0.75	695.3	531.7	0.76	554.2	599.2	1.08	732.5	511.1	0.70	614.1	354.5	0.58
2000 2001	712.0	517.5	0.73	729.2	472.4	0.65	593.7	554.7	0.93	738.5	487.7	0.66	610	500.1	0.82
2001 2002	717.9	546.7	0.76	714.3	481.8	0.67	601.2	377.2	0.63	717.2	500.3	0.70	610.9	518.1	0.85
2002 2003	697.5	569.6	0.82	699.4	503	0.72	591.2	562.9	0.95	705.5	610.5	0.87	603.2	502.2	0.83
2003 2004	750.2	414.3	0.55	722.7	440	0.61	627.2	488.7	0.78	754.1	467.0	0.62	627.9	369.9	0.59
2004 2005	754.0	390.9	0.52	707.2	441.9	0.62	622.7	482.7	0.78	685.9	449.7	0.66	676.6	344.2	0.51
2005 2006	718.0	483.3	0.67	737	483	0.66	605.7	522.6	0.86	718.2	561.7	0.78	623.5	474.7	0.76
2006 2007	735.7	411.2	0.56	713.2	439.5	0.62	605.7	491.6	0.81	696.6	511.2	0.73	636.9	379.9	0.60
2007 2008	721.8	373	0.52	697.6	426.7	0.61	603.4	424.6	0.70	721.3	400.0	0.55	598.6	357.1	0.60
2008 2009	718.5	430.3	0.60	706	408.3	0.58	607.3	470.4	0.77	698.3	509.3	0.73	602.3	445.3	0.74
2009 2010	734.0	523.8	0.71	725.9	510.3	0.70	645.9	579.5	0.90	642	563.6	0.88	597.6	536.7	0.90
Promedio 1992-2010			0.65			0.67			0.81			0.70			0.73
Categoría del ISA			Alta			Media			Baja			Media			Media

COMPLETACIÓN DE DATOS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN

Para la data de Ingenio se completó información desde 1992-2001 usando la estación de Huayao

Gráfico 1. ESTACION INGENIO

Para la data de Viques se completó información desde 1992-2002 usando la estación de Huayao

Gráfico 2. ESTACION VIQUES

BIBLIOGRAFÍA

Amador, R. (1991) "Papa. En: Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica." Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Boletín técnico N°74. San José, Costa Rica. 560 pp.

Amorós, W. (1979). Tesis de Magister Scientiae "Relación entre niveles de heterocigocidad y adaptación a los trópicos húmedos en papa autotetraploides." Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.

ANA (2010), Autoridad Nacional del Agua, "Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Rio Mantaro" por Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos y Administración Local de Agua Mantaro, 137pp.

Arce, Alfonso F. (2002) "El cultivo de papa". Segunda Edición. Mundi Prensa Libros S.A. Español

Blaikie, Piers; Cannon, Terry; Davis, Ian; Wisner, Ben; (1996) "Vulnerabilidades, El entorno Social de los desastres", Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La Red, ITDG, Bogotá.

Benacchio, Sergio (1983) Algunas exigencias ambientales del cultivo de papa y situación en Venezuela. Artículo Nro. 13. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP.

Benegas, L. (2006) Tesis de Magister Scientie "Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central." Turrialba, CR. CATIE., 160 pp.

Cannon, Terry (2006) Revista Latinoamericana Número 7 Tecnología & Sociedad "Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático" - Soluciones prácticas ITDG
"Análisis de la vulnerabilidad, los medios de vida y los desastres" PP.8-21, 180pp.

Cardona, O.D. (2001) Tesis de Doctorado "Estimación Holística de Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos" Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. 301 pp.

Cardona y Barbat (2000) "El Riesgo sísmico de Estructuras" en Estructuras sometidas a Acciones dinámicas Car., E., Lopez Almansa, F. & Oller, S. (Eds.), CIMNE, Barcelona

Castillo Elías, Francisco (2001) "Agrometeorología"; 517pp, 2da. Edición.

Céspedes, M. y Gallegos, G. (2003) La papa. El fruto de la tierra.
Ed. Trillas. México D.F. (México). P.13 – 20

Centro Internacional de la Papa (2006), Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú, 208pp.

Cigarán, M; García, J; "Cambio climático en el Perú: variable a considerar para el desarrollo sostenible" Tecnología & Sociedad, Revista Latinoamericana, Nro. 7/ Octubre 2006, 180 pp.

Cuellar, J.; Medina, T. (2009) Revista Latinoamericana Número 8 Tecnología & Sociedad "Perspectivas sobre el cambio climático" - Soluciones prácticas ITDG
"Agrobiodiversidad, género y cambio climático en la cuenca del río Mantaro" PP.83-99, 213pp.

Denness, B. (1976) "The preparation of slope map by the moving interval method".
Institute of British Geographers. Vol 18, number 3. London

Devaux, A.; Ordinola, M.; Hibon, A.; Flores, R. (2010) "El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)". Centro Internacional de la Papa (CIP), 386 pp.

DNPAD (1989) Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres. Ministerio del Interior – República de Colombia

Egúskuiza, B Rolando (2000) "La papa: producción, comercialización y programas"
Ministerio de Agricultura (MINAG), Lima, Perú; 192 pp.

EIRD (2008) Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Nota Informativa Nro. 1, El Cambio Climático y la reducción del riesgo de desastres, Ginebra, 14 pp.

Estrada, N. (1991) Importancia genética de las papas amargas.
En: Mesa Redonda I, 1991. La paz - Bolivia.

FAO (1980) Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación "Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos", DGA 065, P127, 212 pp.

FAO (2008) Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación "Nueva luz sobre un tesoro enterrado" Reseña de fin de año, Roma, 56pp.

Garay, O.; Ochoa, A. (2010), "Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el valle del río Mantaro", Instituto Geofísico del Perú (IGP) - INCAGRO, Lima, Perú; 34 pp.

Gómez, R.; Roca, W.; Ordinola, M.; Manrique, K.; Julca, P.; Tapia, M. (2008) "Papas nativas del Perú. Catálogo de variedades y usos gastronómicos"

GTZ (2004) Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
Manual "El análisis de riesgo una base para la gestión de riesgo de desastres naturales" 31pp.

Hawkes, J.G. (1990) The Potato: evolution, biodiversity and genetic resources, Belhaven Press, United Kingdom (UK).

Herrera, A.M (2000) Tesis "Análisis del crecimiento y desarrollo de cinco accesiones promisorios de papa *Solanum Tuberosum* spp. *Andigena* y la variedad Monserrate de la colección central colombiana de papa bajo las condiciones de la sabana de Bogotá". Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Santa Fe de Bogotá, 146 pp.

Huamán, Z. y Spooner, D.M. (2002) Reclassification of Landrace Populations of Cultivated Potatoes (*Solanum* sect. *Petota*), *American Journal of Botany*, Vol. 89(6).

Hoffmann, R. y Vieira, S. (1977) *Análise de regressão: uma introdução à econometria*. São Paulo: Editora HUCITEC, Editora da Universidade de São Paulo, 1977. 339 p.

Horton, Douglas (1992) "La papa: producción, comercialización y programas" Co-publicación del Centro Internacional de la papa (CIP). Lima, 259 pp.

ICID - ATV-DVWK (1998), Comisión Internacional de Riegos y Drenajes y German Association for Water, Waste Water and Waste, Guía para la mitigación de los efectos de la sequía.

IGP (2005), Instituto Geofísico del Perú, Diagnóstico de la Cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático, Volumen II, Fondo editorial del Consejo Nacional del Ambiente, 94 pp.

IGP (2005b), Instituto Geofísico del Perú, Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la Cuenca del Río Mantaro, Volumen III, Fondo editorial del Consejo Nacional del Ambiente, 106 pp.

IGP (2005c), Instituto Geofísico del Perú, Atlas Climático de Precipitación y Temperatura del Aire en la Cuenca del río Mantaro. Volumen I, Fondo editorial del Consejo Nacional del Ambiente, 107 pp.

INDECI (2009) Instituto Nacional de Defensa Civil, Terminología de Defensa Civil, 22 pp.

IPCC (2001) Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático, Tercer Informe de Evaluación, resumen para responsables de políticas. 38 pp. <http://www.ipcc.ch/>

IPCC (2007a) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*
Cuarto Informe de Evaluación, Grupo de Trabajo I, Glosario de Términos, 996pp.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm (revisado: 24 de enero del 2011).

IPCC (2007b) *Climate Change 2007: "Impacts, Adaptation and Vulnerability"*
Cuarto Informe de Evaluación, Grupo de Trabajo II, Resumen Técnico, 976pp.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html (revisado: 24/01/2011)

ITDG (2003) International Technology Development Group – Soluciones Prácticas para la Pobreza Perú,

Kooman, P; Haverkort, A (1994) Modelling development and growth of the potato crop influenced by temperature and daylength: LINTUL-POTATO. En A.J. Haverkort y D.K.L. Mackerron (Eds.). *Potato Ecology and modelling of crops under conditions limiting growth*, Kluwer Academic Publisher, 379pp.

Ku, Eduards; Tanner, C; (1977) "Effects of light, carbon dioxide and temperature on photosynthesis, oxygen inhibition of photosynthesis and transpiration in *Solanum Tuberosum* plant physiology"; P 868 – 872.

- Loayza, R. (1993). Tesis "Evaluación de dos tipos de Mulch en los regímenes de humedad, temperatura del suelo y el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad *Tomasa Condemayta*. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima - Perú
- López, P.; Egúsqiza, R. y Villagomez, V. (1980). El cultivo de la papa. Centro Nacional de Capacitación para la reforma Agraria (CENARA). Lima - Perú.
- Marca, C. (1991) Estudio preliminar sobre colección de papas amargas en el Altiplano Central Boliviano. En: Mesa Redonda I, La paz - Bolivia.
- Maskrey Andrew (1998) "Navegando entre Brumas - La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina", Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La Red. Perú, 295 pp.
- Ninyerola, M.; Pons, X. y Roure, JM. (2000) A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques". International Journal of Climatology. 20: 1823-1841.
- Ochoa, C.M. (1999) Las Papas de Sudamérica: Perú (Parte 1). Allen Press, Kansas, Estados Unidos.
- OMM (2006) Organización Meteorológica Mundial, "Vigilancia y alerta temprana de la sequía: conceptos, progresos y desafíos futuros", OMM-Nº1006, 28 pp.
- Pereyra, A; Angelocci, L; Sentelhas, P (2002) Agrometeorología: Fundamentos e Aplicações Práticas. Livraria e Editora Agropecuaria Ltda. Guaíba, Brasil. 478 pp.
- Porta, J., M. López-Acevedo y C. Roquero. (1994) "Edafología para la agricultura y el Medio Ambiente" Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Quevedo, K. y Sánchez, K. (2009) "Comparación de dos métodos de interpolación para la estimación de la temperatura del aire aplicando técnicas geoestadísticas". Revista Peruana Geo-Atmosférica RPGA (1), P.90-107
- Rivarola, A.; Seiler, R.; Vinocur, M. (2004) "Vulnerabilidad Agroclimática a la Sequías en el sur de la provincia de Córdoba"; X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología.
- Rocha Felices, Arturo (2007) Conferencia "Problemática de las inundaciones y huaycos en el Perú" CISMID, IMEFEN.
- Romeo Bernal. (2001) Las Sequías: Desastres Considerados Como "Pequeños" pero Grandes en su Importancia. Revista EIRD Informa, Nro. 4 - Proyecto Iniciativa Centroamericana de Mitigación (CAMI)
- SENAMHI (1989) "Estudio Agrometeorológico del Valle del Mantaro" por Villegas, E.; Rosas, V.; Silva, J.; Dirección General de Agrometeorología. 134 pp.

SENAMHI (2007) "Escenarios de cambio climático en la cuenca del río Mantaro para el año 2100" por: Rosas, G; Avalos, G.; Díaz, A; Oria, C.; Metzger, L; Acuña, D. Dirección General de Meteorología. 124pp.

SENAMHI (2009) "Manual de observaciones fenológicas" por: Yzarra, W.; López, F. Dirección General de Agrometeorología. 108 pp.

SENAMHI (2009b) "Escenarios de cambio climático en la Cuenca del río Mantaro para el año 2100". Resumen Técnico. Por: Avalos, G.; Díaz, A; Oria, C.; Metzger, L; Acuña, D; Rosas, G. Dirección General de Meteorología. 56pp.

SENAMHI (2011) "Atlas Climático de Precipitación y Temperatura del Aire en la Cuenca del Río Mantaro" por: Avalos G., Cubas F., Oria C., Díaz A., Quispe N., Rosas G., Cornejo A., Solís O. y Guerra S. Dirección General de Meteorología, 161pp.

Silva, J; Transmonte, G.; Martínez, A.; Mosquera, K.; Latínez, K.; Zubieta, R.; Segura, B. (2010); Memoria del Subproyecto "Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura"; Instituto Geofísico del Perú (IGP); 107 pp.

Silva, J. (1991); Tesis "Estudio de evapotranspiración potencial lisimétrica en el valle del Mantaro" Universidad Nacional Agraria La Molina; Lima, Perú; 150 pp.

Spooner, D.M., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R. y Bryan, G.J. (2005) A Single Domestication for Potato Based on Multilocus Amplified Fragment Length Polymorphism Genotyping, PNAS, Vol. 102(41).

Tapia, M. (1991) Sistemas de producción de papa amarga. En: Mesa Redonda I, La paz - Bolivia.

Transmonte, Grace. L (2009); Tesis de Maestría "Propuesta de Gestión de Riesgos de Heladas que afectan la agricultura del Valle del Mantaro (Andes Centrales del Perú)", Universidad Ricardo Palma; Lima, Perú; 208 pp.

Valeriano, M. de M.; Picini, A. G. (2000) "Uso de Sistema de informação geográfica para a geração de mapas de médias mensais de temperatura do Estado de São Paulo". Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa María; v. 8, n. 2, P. 255-262.

Villegas, E. (1991); Tesis "Zonificación del Valle del Mantaro según a intensidad y riesgo de ocurrencia de las heladas radiacionales", Universidad Nacional Agraria La Molina; Lima, Perú; 141 pp.

VMI (1992) Vocabulario Meteorológico Internacional. Organización Meteorológica Mundial-Nº 182.

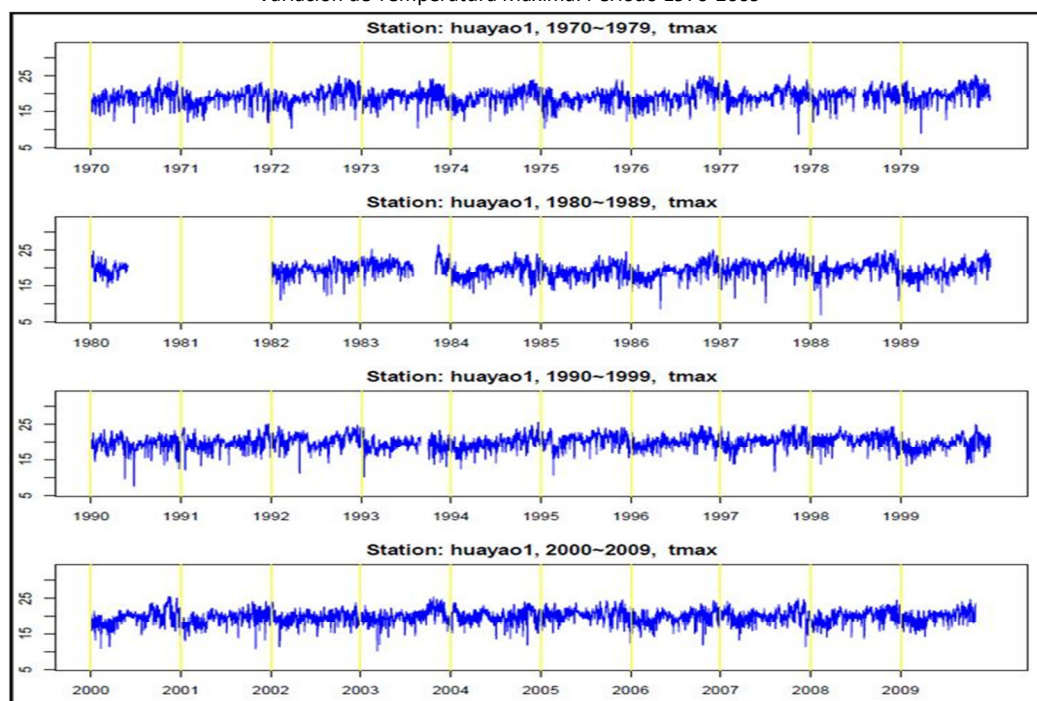
Wilches-Chaux, Gustavo (1989) "Desastres, ecologismo y formación profesional: herramientas para la crisis." Servicio Nacional de Aprendizaje, Popayán. 268 pp.

Wisner (2001) Conferencia Internacional "Vulnerability in Disaster Theory and Practice: from Soup to Taxonomy, then to Analysis and finally tool"

ANEXOS

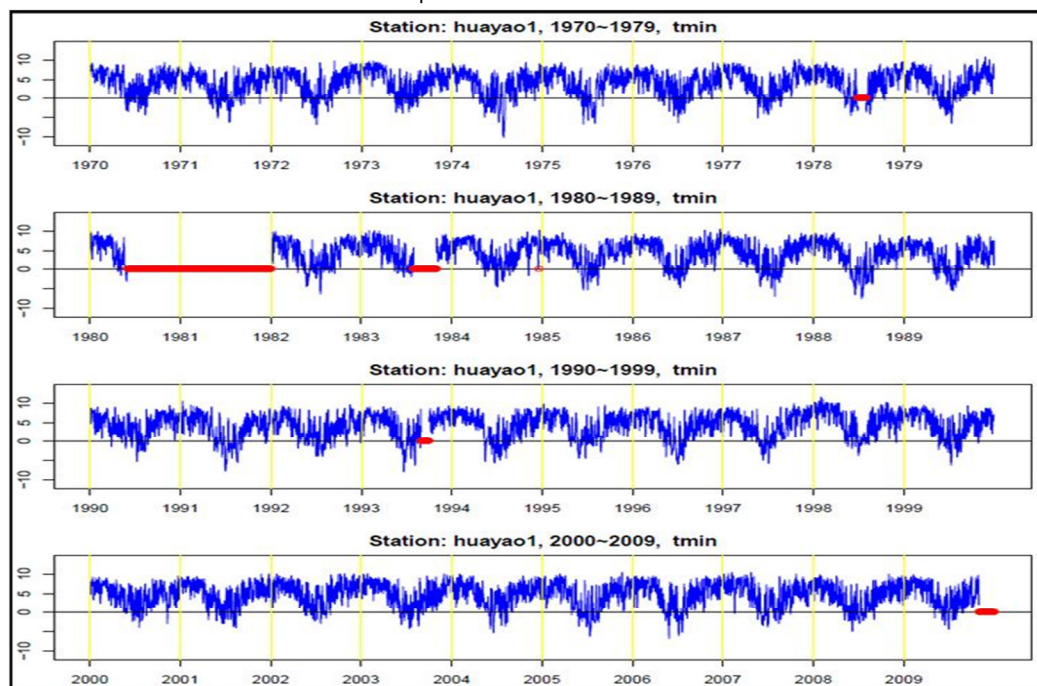
Anexo Nº 01: Estación Huayao

Variación de Temperatura Máxima. Periodo 1970-2009



Fuente: RClimdex

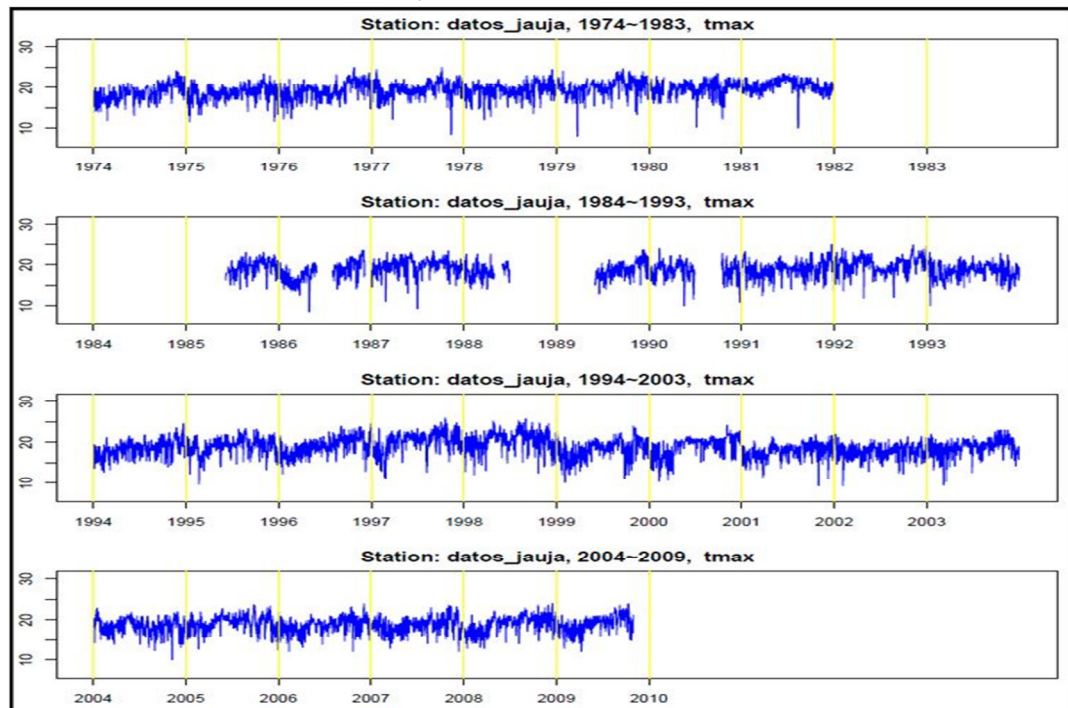
Variación de Temperatura Mínima. Periodo 1970-2009



Fuente: RClimdex

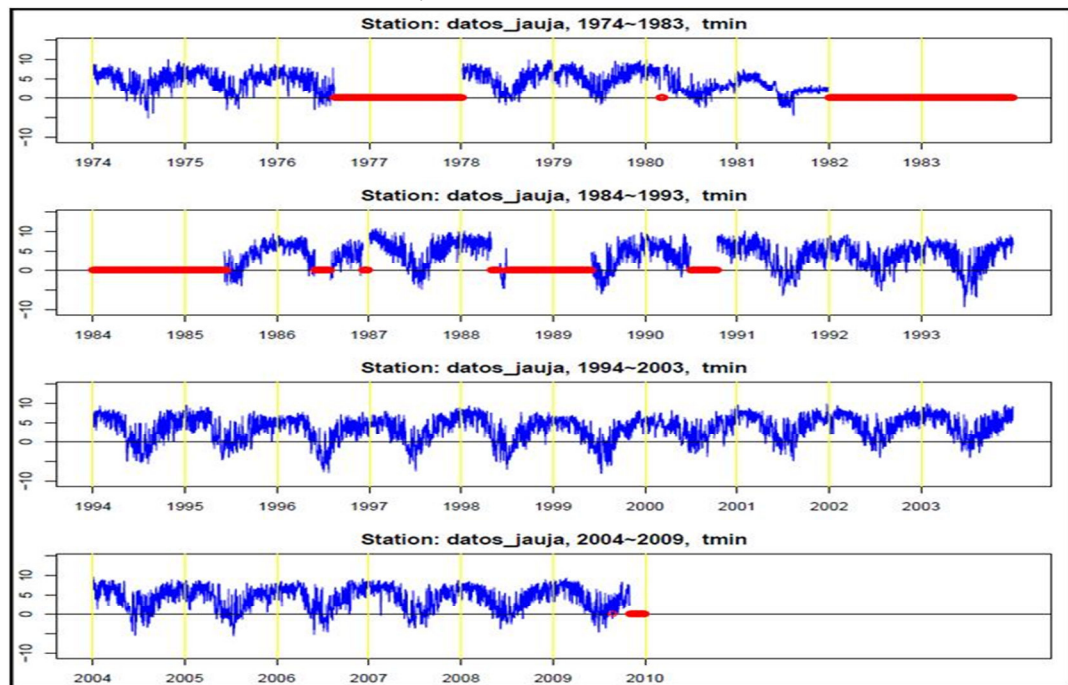
Anexo Nº 02: Estación Jauja

Variación de Temperatura Máxima. Periodo 1974-2009



Fuente: Elaboración propia 2010

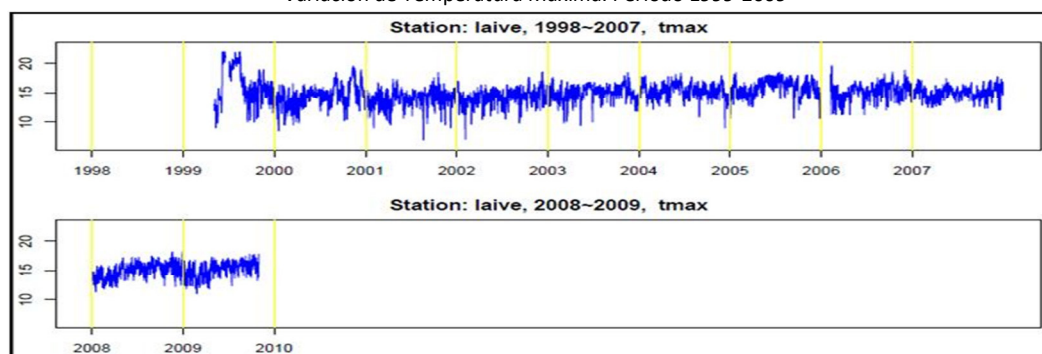
Variación de Temperatura Mínima. Periodo 1974-2009



Fuente: Elaboración propia 2010

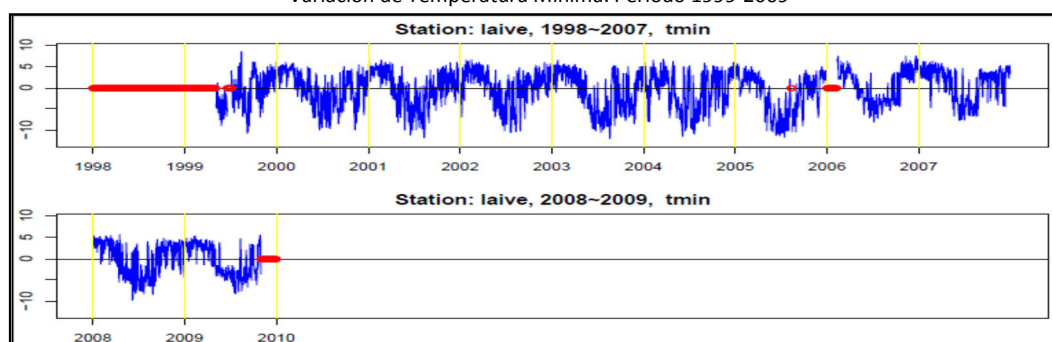
Anexo Nº 03: Estación Laive

Variación de Temperatura Máxima. Periodo 1999-2009



Fuente: Elaboración propia 2010

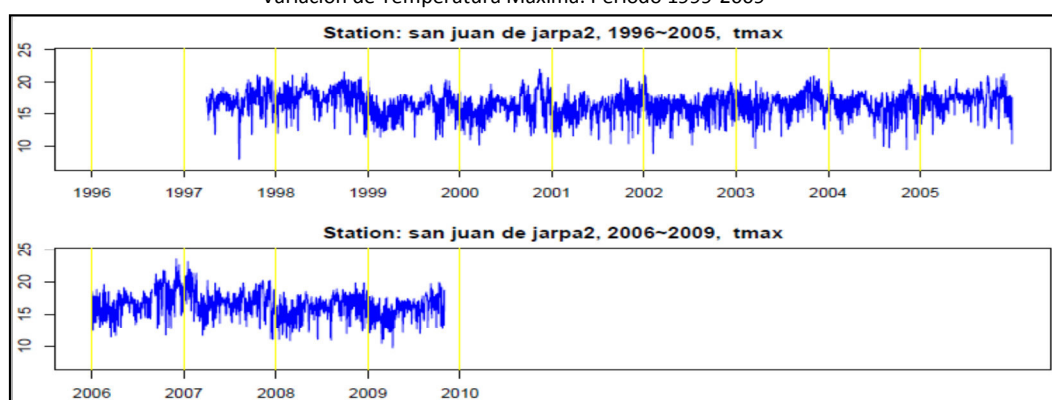
Variación de Temperatura Mínima. Periodo 1999-2009



Fuente: Elaboración propia 2010

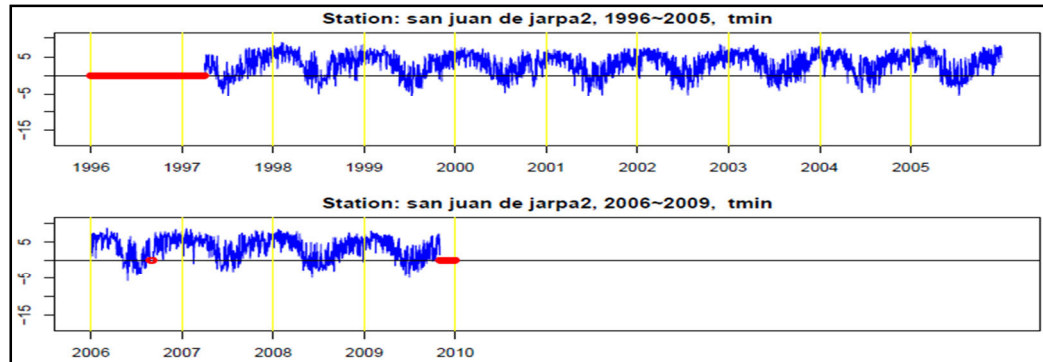
Anexo Nº 04: Estación San Juan de Jarpa

Variación de Temperatura Máxima. Periodo 1999-2009



Fuente: Elaboración propia 2010

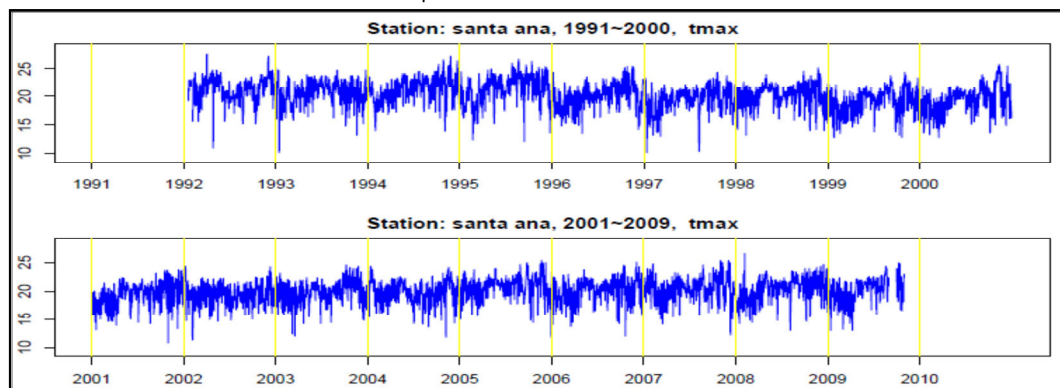
Variación de Temperatura Mínima. Periodo 1999-2009



Fuente: Elaboración propia 2010

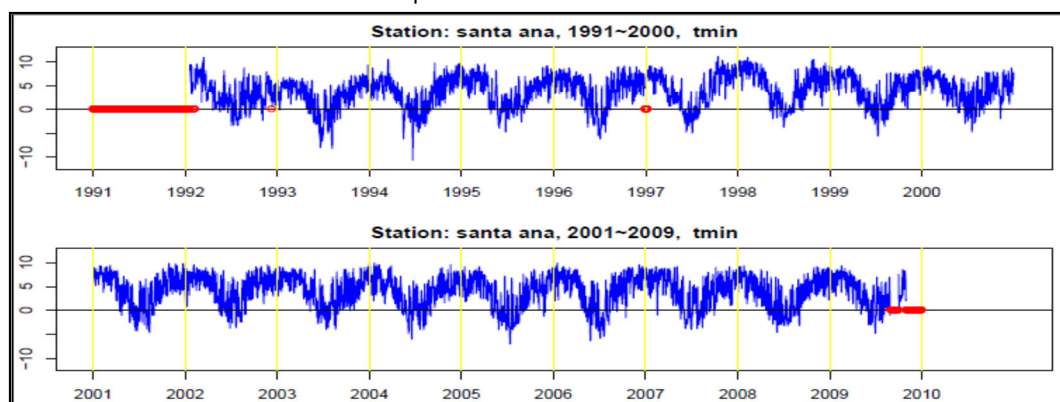
Anexo N°05: Estación Santa Ana

Variación de Temperatura Máxima. Periodo 1992-2009



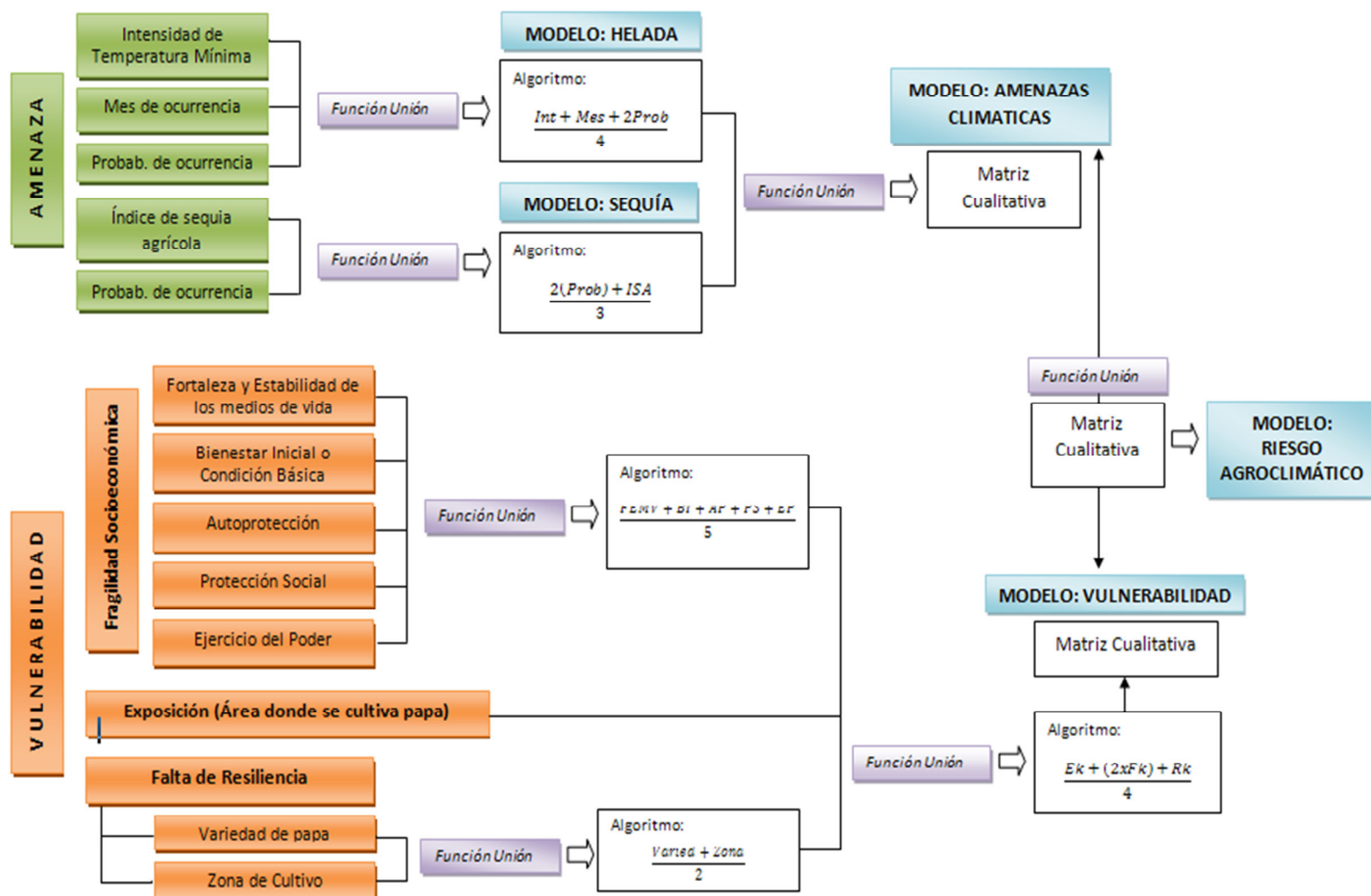
Fuente: Elaboración propia 2010

Variación de Temperatura Mínima. Periodo 1992-2009

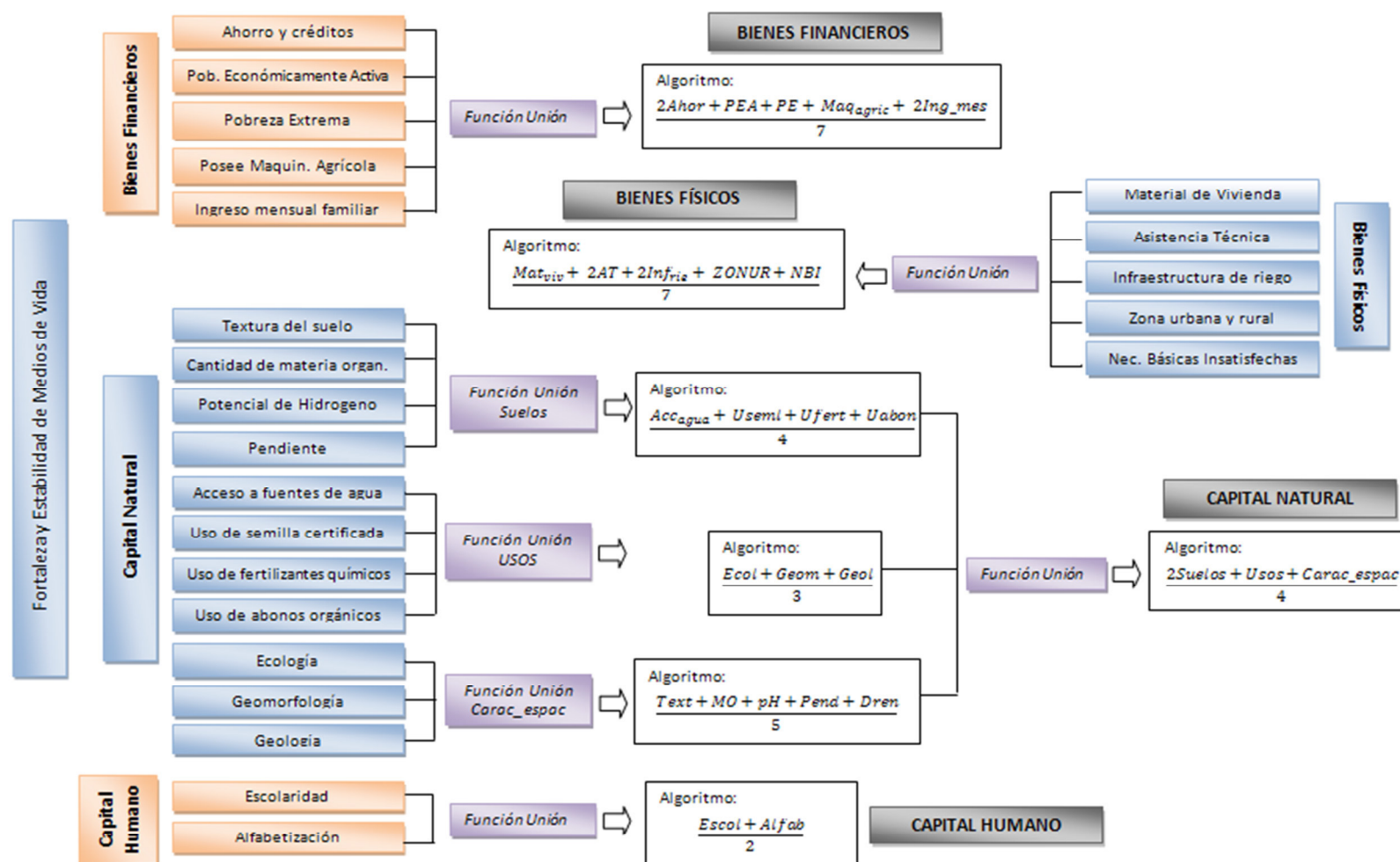


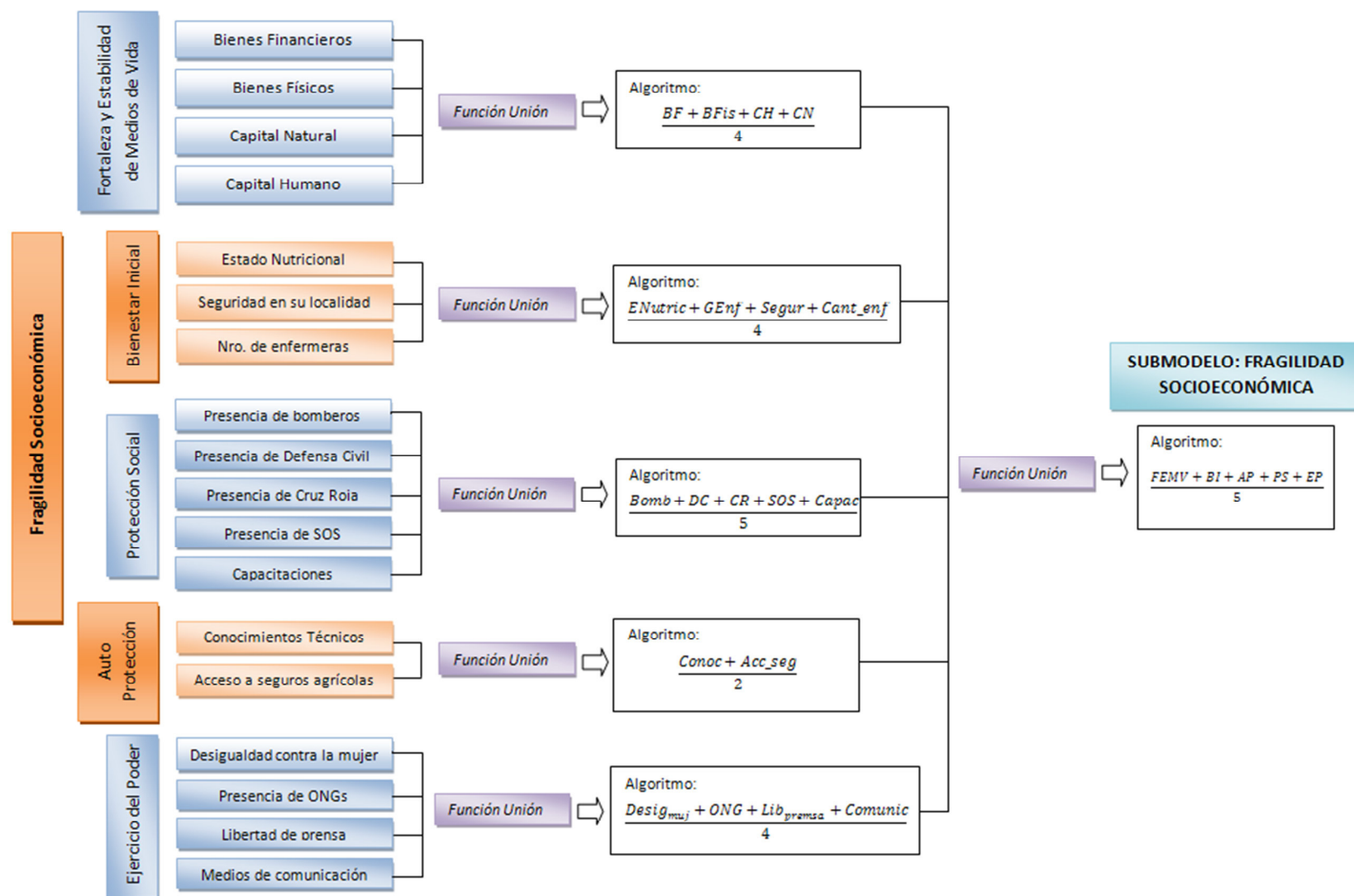
Fuente: Elaboración propia 2010

Anexo N°06: Flujo del proceso SIG para Riesgo Agroclimático



Anexo N°07: Flujo del proceso SIG para Fragilidad Socioeconómica





Anexo N°08: Modelo de Encuestas realizadas

**TESIS: RIESGO AGROCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE PAPA
EN EL VALLE DEL MANTARO**

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica



ENCUESTA PARA CÁLCULO DE FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

Datos del encuestado

Centro Poblado	Distrito	Provincia			
		Huancayo	Concepción	Chupaca	Jauja

Estado civil	Sexo			Edad	Grado de Instrucción				
	F		M		Prim.	Sec.	Tec.	Sup. Com	Sup. Incom.

Fortaleza y estabilidad de los medios de vida

Preguntas	Si	No	Respuesta			
¿Posee ahorro o acceso a créditos?						
¿Posee maquinaria agrícola?						
¿Cuánto es su ingreso familiar?			0-100	101-200	201-300	> a 301
¿Reciben asistencia técnica (AT) para sus cultivos?						
¿De cuantas instituciones reciben AT MINAG, ONGs, Emp. Privada, etc.			1 instituc.	2 instituc.	3 instituc.	
¿Posee infraestructura para riego, drenaje?						
Tipo de drenaje			Muy pobre	Pobre	Normal	Bueno
Cultivo en secano o con riego?						
¿Posee acceso a fuentes de agua?						
¿Usa semillas certificadas?			No usa	bajo	medio	alto
¿Usa fertilizantes químicos?			No usa	bajo	medio	alto
¿Usa abono orgánicos?			No usa	bajo	medio	alto

Bienestar Inicial o Condición Básica

Preguntas	Si	No	Respuesta		
¿Ha presentado alguna vez problemas de salud (físico o mental)?			Si	A veces	No
¿Tiene parientes enfermos en casa?					
¿Siente seguridad en su localidad?			Si	poco	No

Autoprotección

Preguntas	Si	No	Respuesta			
¿Hay talleres de parte de instituciones, para que Ud. conozcan lo que son amenazas, vulnerabilidad, eventos climáticos, riesgo, etc.?						
¿Ha asistido a estos talleres?			Si	Medio	Poco	No
¿Por qué?						
¿Posee acceso a seguros agrícolas, subsidios gubernamentales, créditos agrícola?						
¿Por qué?						
Desconfianza El banco les ha negado el crédito	No tiene información de acceso a crédito Otras razones					

Protección Social

Preguntas	Respuesta			
¿Siente la presencia de los bomberos?	Si	Medio	Poco	No
¿Siente la presencia de Defensa Civil?	Si	Medio	Poco	No
¿Siente la presencia de la Cruz Roja?	Si	Medio	Poco	No
¿Existe Organización de Socorro, o algún grupo creado por Ud. mismos?	Si SOS Si grupo creado	Medio	Poco	No
¿Existen capacitaciones en riesgo o gestión de riesgo o asistencia técnica?	Si	Normal	Poco	No

Ejercicio del Poder

Preguntas	Si	No	Respuesta			
¿Existe desigualdad, discriminación contra la mujer?			Muy alta	Alta	Media	Baja
¿Existe desigualdad, discriminación por su color, raza, economía, lengua?			Muy alta	Alta	Media	Baja
¿Hay presencia de ONGs en su localidad que cooperen para reducir el riesgo a desastres climáticos?			Si	Normal	Poco	No
¿Hay medios de comunicación que hablen de agricultura, problemas del cultivo, enfermedades de la planta, seguros agropecuarios, etc.?						
¿Reciben información por radio, tv, celular de riesgo, amenazas climáticas, HELADAS, SEQUIAS, cambio climático, etc.?			Si	Media	Poca	No

ENCUESTA PARA CÁLCULO DE RESILIENCIA DEL CULTIVO DE PAPA

Preguntas	Respuesta
Qué tipo de amenaza climática ha perjudicado más su cultivo de papa? Helada, sequía, granizada, otro	
¿Qué tipo de papa cultiva?	Nativa Moderna
¿Cuáles son las variedades que cultiva? Peruanita, canchan, Yungay, perricholi	Otras
Para Ud. ¿Cuáles son las variedades de papa que resisten eventos climáticos como las heladas?	
Para Ud. ¿Cuáles son las variedades de papa que resiste eventos climáticos como las sequías?	
¿En qué mes empieza y acaba su cosecha de papa? Nativa	
¿En qué mes empieza y acaba su cosecha de papa? Moderna	
¿Siempre cosecho papa en esos meses o se ha modificado?	
¿En qué mes cultivaban? ¿En qué mes cosechaban?	
Su fuente de ingreso principal, son de las actividades agrícola o realiza alguna otra actividad?	

FOTOGRAFÍAS



Foto 6.

Realizando la encuesta en el Distrito de San Lorenzo, provincia de Jauja.



Foto 7.

Muestra de chacra, como se observa son áreas pequeñas de cultivo dedicadas principalmente al autoconsumo.



Foto 8.

Cultivos de papa en el Distrito Huamali, provincia de Jauja.



Foto 9.

Venta de productos químicos para la agricultura y ganadería. En el distrito de San Lorenzo, provincia de Jauja



Foto 10.

Cultivos de papa en el Distrito Paca, provincia de Jauja. Se observa detrás la laguna de Paca.



Foto 11.

Distrito de Concepción, provincia de Concepción, se observa gran presencia de viviendas hechas de adobe.

Foto 12.

Distrito de Matahuasi, provincia de Concepción, fiesta de la Huaconada, declarada Patrimonio Cultural inmaterial de la Humanidad.

Con algunas de las personas que me acompañaron para las encuestas.



Foto 13.

Aplicación de fertilizantes químicos en los cultivos, no se debe aplicar en forma excesiva, dañaría los cultivos y los suelos. Distrito de Ahuac, Chupaca.

Foto 14.

Suelos superficiales con escasa vegetación y cierto afloramiento rocoso. Impidiendo cualquier tipo de cultivo. Provincia de Manzanares, Concepción, límite con Chupaca.





Foto 15.

Se observó cultivos de alcachofa en la mayoría de distritos del Valle. El área de superficie cosechada aún es muy baja.



Foto 16.

Distrito de Manzanares, provincia de Concepción, diferencia de viviendas hechas de adobe y de ladrillo.



Foto 17.

La mayoría de la población aprovecha en vender sus cultivos, no en gran cantidad porque solo cultivan para autoconsumo pero es una forma de aumentar sus ingresos económicos.



Foto 18.

Distrito de Huachác, Chupaca. Se aprecia chacras de uno de los cultivos que también tiene importancia en el valle; el maíz.



Foto 19.

Pocos son los distritos que presentan un sistema de riego construido con cemento, facilitando la irrigación de los cultivos. Distrito de Ahuac, Chupaca.



Foto 20.

En la mayoría de distritos que se visitó, se notó que en las partes más alejadas del centro del distrito las viviendas siguen siendo aún de adobe, notándose además, pobreza.

MAPAS

